

OSP-11773-776  
us

J1046 U.S. PTO  
10/07/2012  
02/19/02  
①

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。  
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2001年 3月 15日

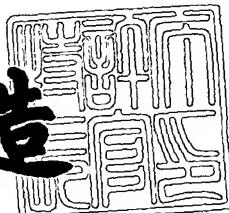
出願番号  
Application Number: 特願 2001-074355

出願人  
Applicant(s): セイコーエプソン株式会社

2001年12月 7日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特 2001-3106590

【書類名】 特許願  
【整理番号】 J0083295  
【提出日】 平成13年 3月15日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 G02F 1/133  
【発明の名称】 液晶装置及び液晶装置用基板の製造方法  
【請求項の数】 13  
【発明者】  
【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
【氏名】 田中 孝昭  
【発明者】  
【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
【氏名】 山崎 泰志  
【特許出願人】  
【識別番号】 000002369  
【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100089037  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 渡邊 隆  
【代理人】  
【識別番号】 100064908  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 志賀 正武  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100110364  
【弁理士】

特2001-074355

【氏名又は名称】 実広 信哉

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9910485

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶装置及び液晶装置用基板の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 互いに対向する一対の基板間に液晶層が挟持されてなり、前記一対の基板の液晶層側の表面に無機配向膜がそれぞれ設けられ、これら無機配向膜のうち少なくとも一方の無機配向膜の下地層は表面に段差部を有するものであり、該段差部を有する下地層上に形成された無機配向膜は、第一の無機斜方蒸着膜と、前記段差部の近傍領域と前記第一の無機斜方蒸着膜上に形成された第二の無機斜方蒸着膜とからなり、

前記第一と第二の無機斜方蒸着膜はそれぞれ傾斜した無機材料の柱状構造物から形成されてなり、前記第一の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向と、前記第二の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向とは、少なくとも前記基板の面内方向に沿った方位角方向が異なることを特徴とする液晶装置。

【請求項2】 互いに対向する一対の基板間に液晶が挟持されてなり、該一対の基板のうちの一方の基板上に、マトリクス状に配置された複数の画素電極と、該複数の画素電極をそれぞれ駆動する複数のスイッチング手段と、該複数のスイッチング手段にそれぞれ接続された複数のデータ線および複数の走査線が備えられるとともに、該一対の基板のうちの他方の基板上には対向電極が備えられ、前記一対の基板の液晶層側の表面に無機配向膜がそれぞれ設けられ、これら無機配向膜のうち少なくともスイッチング手段が設けられた基板側の無機配向膜の下地層は表面に段差部を有するものであり、該段差部を有する下地層上に形成された無機配向膜は、第一の無機斜方蒸着膜と、前記段差部の近傍領域と前記第一の無機斜方蒸着膜上に形成された第二の無機斜方蒸着膜とからなり、

前記第一と第二の無機斜方蒸着膜はそれぞれ傾斜した無機材料の柱状構造物から形成されてなり、前記第一の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物傾斜方向と、前記第二の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向とは、少なくとも前記基板の面内方向に沿った方位角方向が異なることを特徴とする液晶装置。

【請求項3】 請求項1又は2記載の液晶装置において、前記第一の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向と、前記第二の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向とは、前記方位角方向が略90度異なることを特徴とする液晶装置。

【請求項4】 請求項1乃至3のいずれか一項に記載の液晶装置において、前記第一の無機斜方蒸着膜の厚みは5nm～16nmの範囲内であり、前記第二の無機斜方蒸着膜の厚みは10nm～40nmの範囲内であることを特徴とする液晶装置。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれか一項に記載の液晶装置において、前記液晶層の液晶分子の平均プレティルト角が5度～15度の範囲内であることを特徴とする液晶装置。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれか一項に記載の液晶装置において、前記無機配向膜は、酸化シリコンからなる斜方蒸着膜であることを特徴とする液晶装置。

【請求項7】 基板上に形成した表面に段差部を有する下地層に無機材料を斜方蒸着して無機配向膜を形成する液晶装置用基板の製造方法において、

表面に段差部を有する下地層が形成された基板に一方向から無機材料を斜方蒸着して第一の無機斜方蒸着膜を形成する第一の斜方蒸着工程と、前記第一の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着方向とは少なくとも前記基板の面内方向に沿った方位角方向が異なる方向から無機材料を斜方蒸着して前記段差部の近傍領域と前記第一の無機斜方蒸着膜上に第二の無機斜方蒸着膜を形成する第二の斜方蒸着工程とを有することを特徴とする液晶装置用基板の製造方法。

【請求項8】 前記第一の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着方向と、前記第二の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着方向とは前記方位角方向が略90度異なるようにすることを特徴とする請求項7記載の液晶装置用基板の製造方法。

【請求項9】 前記第一の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着方向の基板からの蒸着角度は5度～10度の範囲内とし、前記第二の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着方向の基板からの蒸着角度は25度～30度の範囲内とすることを特徴とする請求項7又は8に記載の液晶装置用基板の製造方法。

【請求項10】 前記第一の斜方蒸着工程と第二の斜方蒸着工程のうち少なくとも一方の工程において、無機材料を斜方蒸着する際、前記下地層の表面に形成された段差部の構造または配置位置に応じて斜方蒸着方向を選択することを特徴とする請求項7乃至9のいずれか一項に記載の液晶装置用基板の製造方法。

【請求項11】 前記第一の斜方蒸着工程において形成する無機斜方蒸着の厚みを5nm～16nmの範囲内とし、前記第二の斜方蒸着工程において形成する第二の無機斜方蒸着膜の厚みを10nm～40nmの範囲内とすることを特徴とする請求項7乃至10のいずれか一項に記載の液晶装置用基板の製造方法。

【請求項12】 前記無機材料は、酸化シリコンであることを特徴とする請求項7乃至11のいずれか一項に記載の液晶装置用基板の製造方法。

【請求項13】 請求項1乃至6のいずれか一項に記載の液晶装置を備えた投射型表示装置であって、光源と、該光源から出射された光を変調する前記液晶装置と、該液晶装置により変調された光を投射面に拡大投影する拡大投影光学系とを有することを特徴とする投射型表示装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶装置及び液晶装置用基板の製造方法に関し、特に、液晶プロジェクタの投射型ライトバルブ等に用いて好適な液晶装置及び液晶装置用基板の製造方法に関するものである。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

液晶プロジェクタ等の投射型液晶表示装置には、例えば赤(R)、緑(G)、青(B)の3原色に対応して液晶パネルを3枚使用する3板式のものと、1枚の液晶パネルと色生成手段とから構成される単板式のものがある。この投射型液晶表示装置の構成要素である液晶パネルは、例えば、アクティブラチカル型液晶ライトバルブとその前後に配置される偏光板とから構成されている。図18は、この種の液晶ライトバルブの構成の一例を示す断面図である。

##### 【0003】

液晶ライトバルブは、図18に示すように、透明な2枚の基板間に液晶が封入されたものであり、一方の基板をなす薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor、以下、TFTと略記する）アレイ基板10と、これに対向配置された他方の基板をなす対向基板20とを備えている。

TFTアレイ基板10は、複数本の走査線3aに対して複数本のデータ線6aが交差して格子状に配設されている。走査線3aとデータ線6aの交差部に対応して画素スイッチング用TFT30が設けられている。該TFT30の半導体層1a上には絶縁薄膜2を介して走査線3aが交差し、半導体層1aとの交差領域にはチャネル領域1a'が形成されている。走査線3a上を交差するデータ線6aは、コンタクトホール5を介して半導体層1aのソース領域1dに電気的に接続されている。また、データ線6aの上層には、走査線3aとデータ線6a等で囲まれた領域に画素電極9aが形成され、コンタクトホール8を介して半導体層1aのドレイン領域1eに電気的に接続されている。そして、画素電極9a上にはラビング処理で配向処理された配向膜16が形成されている。なお、配向膜16はポリイミドの有機膜から形成されている。

#### 【0004】

このようなTFTアレイ基板10は、画素電極9aが形成される領域と比較して、非画素領域でもある、TFT30が形成される領域、走査線3aが形成される領域、データ線6aが形成される領域は、配線やそれらを絶縁するための層間絶縁膜4、7等が積層されているために層厚が厚くなり、配向膜16の表面に段差部が形成される。特に、TFT30が形成される領域と画素電極9aが形成される領域との段差が大きい。また、表示品位を高めるために、容量線3bや、TFT30を遮光するためにTFT30の下層に第1遮光膜11aを形成すると、段差部も顕著に現れる傾向となる。

#### 【0005】

近年、液晶プロジェクタの高精細化、高輝度化に伴う液晶ライトバルブの小型化に伴って、画素電極等の画素ピッチを微細化するようになってきている。

ところが、画素ピッチが $20\mu m$ 程度に微細になると、ポリイミド膜の有機膜から構成した配向膜を使用した液晶ライトバルブでは、配向膜の下地層の

段差部に起因して配向膜にラビングがかかるない領域（ラビング不良領域）が生じてしまい、この付近で液晶の配向乱れが生じ、これが表示不良の原因となることがあった。このような問題は、画素ピッチをさらに微細化すると、一層顕著に生じてしまう。

## 【0006】

また、液晶プロジェクタの高輝度化等に伴う液晶ライトバルブの小型化に伴って、ライトバルブに入射させる光の強度が強くなっている。そのためポリイミド膜等の有機膜から構成した配向膜は、光や熱によって劣化し、その結果、配向膜による液晶分子の配向規制力が低下して、液晶分子の配向状態が乱れ、コントラスト比が低下する等の表示不良が生じることがある。このような問題が生じる原因是、ポリイミドの有機膜は400nmから450nm付近の可視光領域で若干の吸収があるため、この吸収に起因して配向膜が劣化し、図18の符号59で示した箇所のように配向膜の劣化した付近で液晶の配向乱れが生じ、これが表示不良につながるからである。

## 【0007】

そこで、このような問題を解決するために、配向膜を、ポリイミドの有機膜ではなく、酸化シリコン（SiO）などの無機材料からなる無機斜方蒸着膜により構成し、この無機斜方蒸着膜の表面形状効果により液晶分子を配向させるようにした液晶ライトバルブが提案されている。

この無機斜方蒸着膜からなる配向膜は、基板をある角度で固定して一方向から無機材料を蒸着、具体的には基板から10度から30度程度傾けた方向から無機材料を蒸着させて、基板に対して所定の角度で配列された柱状結晶を成長させる斜方蒸着法により形成することができる。このようして形成した配向膜は無機斜方蒸着膜から構成されているため、ポリイミド等の有機膜から構成したものに比べて、耐光性や耐熱性に優れており、液晶ライトバルブの耐久性を向上することができ、また、画素ピッチが20μm以下と微細になってもポリイミド等の有機膜から構成したもののようにラビング不良部分に起因する液晶配向乱れがないという利点を有している。

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながらこのアクティブマトリクス型の液晶ライトバルブにおいても、図19に示すように無機斜方蒸着膜から構成した配向膜26の下地層としての画素電極9等の配線や第3層間絶縁膜7は段差部40を有したものとなっている。この段差部40は、高さ（段差） $h$ の大きいところでは200nmから600nm程度となっている。

## 【0009】

このような段差部40がある下地層表面に上記のように一方向Sから無機材料を斜方蒸着すると、図19に示すように段差部40の近傍には図19の符号60で示した箇所のように無機材料の蒸着ムラや蒸着されない蒸着不良領域ができることがあることがあり、この蒸着不良領域が配向膜の不良領域となってしまう。

上記のような無機材料の蒸着不良領域がある無機配向膜を使用した液晶ライトバルブでは、この蒸着不良領域付近で図18の符号59で示した箇所と同様の液晶の配向乱れが生じ、コントラスト比の低下等の表示不良が生じるという問題があった。

## 【0010】

以上の問題は、TFT素子に代表される3端子型素子を用いるアクティブマトリクス型の液晶装置に限った問題ではなく、TFD（Thin-Film Diode）素子に代表される2端子型素子を用いるアクティブマトリクス型の液晶装置など、表面に段差部がある下地層上に形成した無機斜方蒸着膜からなる配向膜を使用した液晶装置においても生じる問題である。

## 【0011】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、画素ピッチが20μm程度以下と微細であっても、配向膜の下地層の段差部の近傍に無機材料の蒸着不良領域が生じることがなく、無機材料の蒸着不良領域による配向膜異常に起因して液晶の配向不良が起こることを防止し、表示不良の発生を抑制し得る液晶装置およびこのような液晶装置用基板の製造方法を提供することを目的とする。

また、上記のような無機材料の蒸着不良領域に起因する液晶の配向不良による

表示不良の発生を抑制し得る液晶装置を用いた表示品位の高い投射型表示装置を提供することを目的とする。

## 【0012】

## 【課題を解決するための手段】

本発明者は、無機斜方蒸着膜から形成した配向膜の下地層の段差部やその近傍に生じた無機材料の蒸着不良領域による配向膜異常を防止すべく、種々の実験及び検討を重ねた結果、上記のような問題が起こる原因是、複数の配線や複数の絶縁膜を形成した素子基板をある角度で固定して一方向から無機材料を蒸着して配向膜を形成する際に、配向膜の下地層表面の段差部の影となる領域は無機材料が蒸着されにくく、蒸着不良領域となってしまうことが分かった。

## 【0013】

さらに、本発明者は、種々の実験及び検討を重ねた結果、基板上に形成した無機斜方蒸着膜からなる無機配向膜の下地層が表面に段差部を有するものである場合に、無機材料の斜方蒸着を二回以上行い、その際、斜方蒸着方向の少なくとも基板の面内方向に沿った方位角方向を変更することにより、詳細には、表面に段差部を有する下地層が形成された基板に一方向から無機材料を斜方蒸着して第一の無機斜方蒸着膜を形成し、上記第一の斜方蒸着膜の形成工程の無機材料の斜方蒸着方向とは少なくとも上記基板の面内方向に沿った方位角方向が異なる方向から無機材料を斜方蒸着して上記段差部の近傍領域と上記第一の無機斜方蒸着膜上に第二の無機斜方蒸着膜を形成することにより、上記第一と第二の無機斜方蒸着膜はそれぞれ傾斜した無機材料の柱状構造物から形成されてなり、上記第一の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向と、上記第二の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向とは、少なくとも上記基板の面内方向に沿った方位角方向が異なるものが得られ、このような第一と第二の無機斜方蒸着膜を有する無機配向膜が形成された液晶装置によれば、上記の問題を解決できることを究明し、本発明を完成したのである。

## 【0014】

なお、液晶パネルの配向膜をSiOの斜方蒸着膜から形成する場合に、斜方蒸着を2回行う方法としては、M. R. Johnson and P. A. Penz: IEEE Trans. Elec

tron devices, Vol. ED-24(7), 805(1977) が知られているが、この技術が対象とする液晶装置は単純マトリックス方式の直視型液晶パネルであり、本発明のように液晶プロジェクタの投射型ライトバルブ用液晶装置のように小型で、画素電極等の画素ピッチが  $20 \mu m$  程度以下と微細で、配向膜の下地層が走査線やデータ線等による段差部を有するようなアクティブマトリックス方式の液晶パネルを対象とするものではない。

また、上記の斜方蒸着を2回行う技術の課題は、単純マトリックス方式の直視型液晶パネルにおいて液晶分子のプレティルト角を20度より小さくすることであり、本発明のように無機配向膜の下地層表面の段差が大きい場合に、この段差部の近傍に無機材料の蒸着不良領域が生じることを防止することを課題とするものでない。

#### 【0015】

上記の目的を達成するために、本発明の液晶装置は、互いに対向する一対の基板間に液晶層が挟持されてなり、上記一対の基板の液晶層側の表面に無機配向膜がそれぞれ設けられ、これら無機配向膜のうち少なくとも一方の無機配向膜の下地層は表面に段差部を有するものであり、該段差部を有する下地層上に形成された無機配向膜は、第一の無機斜方蒸着膜と、上記段差部の近傍領域と上記第一の無機斜方蒸着膜上に形成された第二の無機斜方蒸着膜とからなり、

上記第一と第二の無機斜方蒸着膜はそれぞれ傾斜した無機材料の柱状構造物から形成されてなり、上記第一の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向と、上記第二の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向とは、少なくとも上記基板の面内方向に沿った方位角方向が異なることを特徴とする。

#### 【0016】

かかる構成の液晶装置によれば、上記段差部を有する下地層上に形成された無機配向膜が、傾斜した無機材料の柱状構造物から形成された第一の無機斜方蒸着膜と、第一の無機斜方蒸着膜の柱状構造物の傾斜方向とは無機材料の柱状構造物の傾斜方向が少なくとも方位角方向が異なる第二の無機斜方蒸着膜とから構成されており、しかもこの第二の無機斜方蒸着膜は上記段差部の近傍領域に形成され

ているので、画素ピッチが $20\text{ }\mu\text{m}$ 程度以下と微細化されていても、上記段差部の近傍領域に無機材料の蒸着ムラや蒸着されない蒸着不良領域が生じるのが改善でき、従って、画素ピッチが $20\text{ }\mu\text{m}$ 程度以下と微細であっても、表面に段差部を有する下地層上に形成した無機配向膜に異常がなく、配向膜異常に起因する液晶の配向不良を防止でき、コントラスト比の低下等の表示不良の発生を防止できる。このような効果は、画素ピッチが $15\text{ }\mu\text{m}$ 以下とさらに微細になっても同様に得られる。

#### 【0017】

また、本発明の液晶装置は、互いに対向する一対の基板間に液晶が挟持されたり、該一対の基板のうちの一方の基板上に、マトリクス状に配置された複数の画素電極と、該複数の画素電極をそれぞれ駆動する複数のスイッチング手段と、該複数のスイッチング手段にそれぞれ接続された複数のデータ線および複数の走査線が備えられるとともに、該一対の基板のうちの他方の基板上には対向電極が備えられ、上記一対の基板の液晶層側の表面に無機配向膜がそれぞれ設けられ、これら無機配向膜のうち少なくともスイッチング手段が設けられた基板側の無機配向膜の下地層は表面に段差部を有するものであり、該段差部を有する下地層上に形成された無機配向膜は、第一の無機斜方蒸着膜と、上記段差部の近傍領域と上記第一の無機斜方蒸着膜上に形成された第二の無機斜方蒸着膜とからなり、上記第一と第二の無機斜方蒸着膜はそれぞれ傾斜した無機材料の柱状構造物から形成されてなり、上記第一の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向と、上記第二の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向とは、少なくとも上記基板の面内方向に沿った方位角方向が異なることを特徴とする。

#### 【0018】

かかる構成の液晶装置においても、上記段差部を有する下地層上に形成された無機配向膜が、傾斜した無機材料の柱状構造物から形成された第一の無機斜方蒸着膜と、第一の無機斜方蒸着膜の柱状構造物の傾斜方向とは無機材料の柱状構造物の傾斜方向が少なくとも方位角方向が異なる第二の無機斜方蒸着膜とから構成されており、しかもこの第二の無機斜方蒸着膜は上記段差部の近傍領域に形成さ

れでいるので、上記段差部の近傍領域に無機材料の蒸着ムラや蒸着されない蒸着不良領域が生じるのを低減でき、従って、画素ピッチが $20\text{ }\mu\text{m}$ 程度以下と微細になっても、表面に段差部を有する下地層上に形成した無機配向膜に異常がなく、配向膜異常に起因する液晶の配向不良を防止でき、コントラスト比の低下等の表示不良の発生を防止できる。このような効果は、画素ピッチが $15\text{ }\mu\text{m}$ 以下とさらに微細になっても同様に得られる。

なお、本発明において画素構成要素は、例えば、スイッチング手段が設けられた基板側は、走査線（ゲート）及びデータ線、それらに接続されたスイッチング手段、画素電極、および補助容量（蓄積容量）等であり、対向電極が設けられた基板側は、遮光膜（ブラックマトリックス）、対向電極等である。画素ピッチは、例えば、画素電極ピッチ等である。

#### 【0019】

また、上記のいずれかの構成の本発明の液晶装置において、上記第一の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向と、上記第二の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向とは、上記方位角方向が略 $90$ 度異なるものであってもよい。通常のアクティブマトリクス型液晶装置の場合、データ線と走査線が略直交してマトリクス状に形成されているので、方位角方向が $90$ 度異なる方向から $2$ 回の蒸着を行うことにより、互いに直交する各段差部の近傍に確実に配向膜を形成できる。

#### 【0020】

また、上記のいずれかの構成の本発明の液晶装置において、上記第一の無機斜方蒸着膜の厚みは $5\text{ nm} \sim 16\text{ nm}$ の範囲内であり、上記第二の無機斜方蒸着膜の厚みは $10\text{ nm} \sim 40\text{ nm}$ の範囲内であることが好ましい。

上記第一の無機斜方蒸着膜の厚みが $5\text{ nm}$ 未満であると液晶分子にプレティルト角が付与されず、ディスクリネーションの要因となってしまい、 $16\text{ nm}$ を越えると第二の無機斜方蒸着膜の効果が薄れて液晶分子のプレティルト角が $20$ 度以上となってしまう。

#### 【0021】

上記第二の無機斜方蒸着膜の厚みが $10\text{ nm}$ 未満であるとこの第二の無機斜方

蒸着膜の柱状構造物が第一の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の隙間を埋めるという効果が小さく、液晶分子のプレティルト角が20度以上となってしまい、40nmを越えると第一の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の隙間が埋め尽くされて液晶分子にプレティルトが付与されず、プレティルトのない配向状態となってしまう。

## 【0022】

また、上記のいずれかの構成の本発明の液晶装置において、上記液晶層の液晶分子の平均プレティルト角が5度～15度の範囲内であることが好ましい。

また、上記のいずれかの構成の本発明の液晶装置において、上記無機配向膜としては、酸化シリコンからなる斜方蒸着膜を用いることができる。

## 【0023】

本発明の液晶装置用基板の製造方法は、基板上に形成した表面に段差部を有する下地層に無機材料を斜方蒸着して無機配向膜を形成する液晶装置用基板の製造方法において、

表面に段差部を有する下地層が形成された基板に一方向から無機材料を斜方蒸着して第一の無機斜方蒸着膜を形成する第一の斜方蒸着工程と、上記第一の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着方向とは少なくとも上記基板の面内方向に沿った方位角方向が異なる方向から無機材料を斜方蒸着して上記段差部の近傍領域と上記第一の無機斜方蒸着膜上に第二の無機斜方蒸着膜を形成する第二の斜方蒸着工程とを有することを特徴とする。

かかる構成の液晶装置用基板の製造方法では、第一と第二の斜方蒸着工程を設け、この第一の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着向と第二の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着向が少なくとも上記基板の面内方向に沿った方位角方向が異なるようにしたことにより、第一の斜方蒸着工程で無機材料が蒸着されていない領域があっても、この領域には第二の斜方蒸着工程により無機材料を蒸着できる。それは、第一の斜方蒸着工程では上記段差部の近傍領域は段差部の影となって第一の無機斜方蒸着膜が形成されていない領域ができてしまうことがあるが、第二の斜方蒸着工程で、無機材料の斜方蒸着方向を上記第一の斜方蒸着工程とは少なくとも方位角方向を変更して斜方蒸着することにより、第一の斜方蒸着工程で段

差部の影となって無機斜方蒸着膜が形成されていない領域に無機材料を蒸着して第二の無機斜方蒸着膜を形成することができる。また、この第二の斜方蒸着工程では、第二の無機斜方蒸着膜は、上記段差部の近傍領域だけでなく、少なくとも上記段差部の両側の第一の無機斜方蒸着膜上にも形成される。かかる構成の液晶装置用基板の製造方法によれば、上記のいずれかの構成の本発明の液晶装置に備えることができる液晶装置用基板を製造できる。

## 【0024】

また、上記の構成の本発明の液晶装置用基板の製造方法においては、上記第一の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着方向と、上記第二の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着方向とは上記方位角方向が略90度異なるようにすることが、第一の無機斜方蒸着膜を良好に形成でき、上記段差部の近傍領域と上記第一の無機斜方蒸着膜上に第二の無機斜方蒸着膜を良好に形成できる点で好ましい。通常のアクティブマトリクス型液晶装置の場合、データ線と走査線が略直交してマトリクス状に形成されているので、方位角方向が90度異なる方向から2回の蒸着を行うことにより、互いに直交する各段差部の近傍に確実に配向膜を形成できる。

## 【0025】

また、上記のいずれかの構成の本発明の液晶装置用基板の製造方法においては、上記第一の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着方向の基板からの蒸着角度は5度～10度の範囲内とし、上記第二の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着方向の基板からの蒸着角度は25度～30度の範囲内とすることが好ましい。

上記第一の斜方蒸着工程の斜方蒸着方向の基板からの蒸着角度が5度未満であると、形成される柱状構造物の密度が低すぎるために液晶分子の配向方向が不安定となり、基板の面内方向に沿った面内での配向方向のはらつきが大となってしまい、斜方蒸着方向の基板からの蒸着角度が10度を越えると形成される柱状構造物の密度が高くなるために第二の無機斜方蒸着膜の柱状構造物で第一の無機斜方蒸着膜の柱状構造物の隙間を埋めるという効果が得られ難くなり、その結果、この基板を用いて液晶装置を作製すると液晶分子の配向にプレティルトの全くない領域が大きくなってしまう。

上記第二の斜方蒸着工程の斜方蒸着方向の基板からの蒸着角度が25度未満で

あると、第二の無機斜方蒸着膜の柱状構造物で第一の無機斜方蒸着膜の柱状構造物の隙間を埋めるという効果が得られ難く、斜方蒸着方向の基板からの蒸着角度が30度を越えると形成される膜表面の異方性が乏しくなり、液晶分子を配向させる機能がなくなってしまう。

## 【0026】

また、上記のいずれかの構成の本発明の液晶装置用基板の製造方法においては、上記第一の斜方蒸着工程と第二の斜方蒸着工程のうち少なくとも一方の工程において、無機材料を斜方蒸着する際、上記下地層の表面に形成された段差部の構造または配置位置に応じて斜方蒸着方向を選択することが無機斜方蒸着膜を分けて形成する効果（斜方蒸着を2回行う効果）を高めることができる点で好ましい。例えば、下地層の表面に高さが大きい段差部と高さが小さい段差部がある場合、第一の斜方蒸着工程では高さが小さい段差部側の方向から無機材料を斜方蒸着し、第二の斜方蒸着工程では上記第一の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着方向とは少なくとも上記基板の面内方向に沿った方位角方向が異なる方向から無機材料を斜方蒸着すると良い。上述したように第一の斜方蒸着工程は基板面に対して小さい角度で、第二の斜方蒸着工程は基板面に対して大きい角度で蒸着を行う場合があり、その場合には、上の方法を用いれば、第一の斜方蒸着工程で蒸着の影になる部分（蒸着膜が形成されない領域）が小さくなるので、より確実に配向膜が形成される。

## 【0027】

また、上記の例のような方法により斜方蒸着を行うのが好ましい理由は、以下のデータからもわかる。

図16に示すように基板10dの表面に、配線9cを形成し、この基板10aの表面に一方向Sから酸化珪素(SiO)を斜方蒸着を形成するときの、酸化珪素の蒸着角度θと、配線9cと基板表面10aの段差の高さ△Zと、この段差の影となって無機斜方蒸着膜が形成されない領域（無配向領域）の幅△Lとの関係について調べた。その結果を図17に示す。ここで斜方蒸着方向Sは、配線9cと直交する方向である。

図17から斜方蒸着方向Sがいずれの蒸着角度であっても段差の高さ△Zが大

きくなるにつれて無機斜方蒸着膜が形成されない領域（無配向領域）の幅 $\Delta L$ が大きくなっていることから、第一の斜方蒸着工程では高さが小さい段差部側の方向から無機材料を斜方蒸着すれば、無機斜方蒸着膜が形成されない領域の幅 $\Delta L$ を小さくでき、すなわち、第一の斜方蒸着工程でできるだけ広い範囲に配向膜を形成でき、第二の斜方蒸着工程で補う必要がある領域を少なくできるからである。

#### 【0028】

また、上記のいずれかの構成の本発明の液晶装置用基板の製造方法においては、上記第一の斜方蒸着工程において形成する無機斜方蒸着の厚みを5nm～16nmの範囲内とし、上記第二の斜方蒸着工程において形成する第二の無機斜方蒸着膜の厚みを10nm～40nmの範囲内とすることが好ましい。

上記第一の無機斜方蒸着膜の厚みが5nm未満であると液晶分子にプレティルト角が付与されず、ディスクリネーションの要因となってしまい、16nmを越えると第二の無機斜方蒸着膜の効果が薄れて液晶分子のプレティルト角が20度以上となってしまう。

上記第二の無機斜方蒸着膜の厚みが10nm未満であるとこの第二の無機斜方蒸着膜の柱状構造物が第一の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の隙間を埋めるという効果が小さく、液晶分子のプレティルト角が20度以上となってしまい、40nmを越えると第一の無機斜方蒸着膜を構成する無機材料の柱状構造物の隙間が埋め尽くされて液晶分子にプレティルトが付与されず、プレティルトのない配向状態となってしまう。

#### 【0029】

また、上記のいずれかの構成の本発明の液晶装置用基板の製造方法においては上記無機材料として酸化シリコンを好適に用いることができる。

#### 【0030】

また、本発明の投射型表示装置は、上記のいずれかの構成の本発明の液晶装置を備えた投射型表示装置であって、光源と、該光源から出射された光を変調する上記液晶装置と、該液晶装置により変調された光を投射面に拡大投影する拡大投影光学系とを有することを特徴とする。

かかる構成の本発明の投射型表示装置によれば、上記のいずれかの構成の本発明の液晶装置を用いたことにより、無機材料の蒸着不良領域に起因する液晶の配向不良によるコントラスト比の低下等がなく、表示品位の高い表示装置を実現することができる。

## 【0031】

## 【発明の実施の形態】

## [第1の実施形態の液晶装置の構成]

本発明の第1の実施形態の液晶装置の構成について、図1から図3を参照して以下説明する。図1は、液晶装置の画像表示領域を構成するマトリクス状に形成された複数の画素における各種素子、配線等の等価回路である。図2は、データ線、走査線、画素電極等が形成されたTFTアレイ基板の相隣接する複数の画素群の平面図である。図3は、図2のA-A'線断面図であり、図4は、図2のC-C'線断面図である。

なお、図3と図4においては、各層や各部材を図面上で認識可能な程度の大きさとするため、各層や各部材毎に縮尺を異ならしめてある。また、図3においては、液晶層の液晶分子の配向状態は符号61の破線で囲まれた部分のみ模式的に示し、他の部分の液晶分子の配向状態は図示を略した。

## 【0032】

図1に示すように、本実施形態の液晶装置において、画像表示領域を構成するマトリクス状に形成された複数の画素は、画素電極9aと当該画素電極9aを制御するための画素スイッチング用TFT30がマトリクス状に複数形成されており、画像信号を供給するデータ線6aが当該TFT30のソース領域に電気的に接続されている。データ線6aに書き込む画像信号S1、S2、…、Snは、この順に線順次に供給しても構わないし、相隣接する複数のデータ線6a同士に対して、グループ毎に供給するようにしても良い。また、TFT30のゲートに走査線3aが電気的に接続されており、所定のタイミングで、走査線3aにパルス的に走査信号G1、G2、…、Gmを、この順に線順次で印加するように構成されている。画素電極9aは、画素スイッチング用TFT30のドレイン領域に電気的に接続されており、スイッチング素子である画素スイッチング用TFT30

を一定期間だけそのスイッチを閉じることにより、データ線6aから供給される画像信号S1、S2、…、Snを所定のタイミングで書き込む。

## 【0033】

画素電極9aを介して液晶に書き込まれた所定レベルの画像信号S1、S2、…、Snは、対向基板（後述する）に形成された対向電極（後述する）との間で一定期間保持される。ここで、保持された画像信号がリークするのを防ぐために、画素電極9aと対向電極との間に形成される液晶容量と並列に蓄積容量70を付加する。例えば画素電極9aの電圧は、蓄積容量70によりソース電圧が印加された時間よりも3桁も長い時間だけ保持される。蓄積容量70を形成する方法として、半導体層との間で容量を形成するための配線である容量線3bを設けている。また、容量線3bを設ける代わりに、画素電極9aと前段の走査線3aとの間で容量を形成しても良い。

## 【0034】

次に、図2に基づいて、本実施形態の液晶装置のTFTアレイ基板の画素部（画像表示領域）内の平面構造について詳細に説明する。

図2に示すように、液晶装置のTFTアレイ基板上には、マトリクス状に複数の透明な画素電極9a（点線部9a'により輪郭が示されている）が設けられており、画素電極9aの縦横の境界に各々沿ってデータ線6a、走査線3aおよび容量線3bが設けられている。データ線6aは、コンタクトホール5を介してポリシリコン膜からなる半導体層1aのうち後述のソース領域に電気的に接続されており、画素電極9aは、コンタクトホール8を介して半導体層1aのうち後述のドレイン領域に電気的に接続されている。画素電極ピッチは、 $20\mu m$ 程度以下、好ましくは $15\mu m$ 程度以下とされている。また、半導体層1aのうち後述のチャネル領域（図中右上がりの斜線の領域）に対向するように走査線3aが配置されており、走査線3aはゲート電極として機能する。

## 【0035】

容量線3bは、走査線3aに沿ってほぼ直線状に伸びる本線部（即ち、平面的に見て、走査線3aに沿って形成された第1領域）と、データ線6aと交差する箇所からデータ線6aに沿って前段側（図中、上向き）に突出した突出部（即ち

、平面的に見て、データ線6aに沿って延設された第2領域)とを有する。

そして、図2中右上がりの斜線で示した領域には、複数の第1遮光膜111が設けられている。より具体的には、第1遮光膜111は、夫々、画素部において半導体層1aのチャネル領域を含むTFTをTFTアレイ基板の側から見て覆う位置に設けられており、更に、容量線3bの本線部に対向して走査線3aに沿って直線状に伸びる本線部と、データ線6aと交差する箇所からデータ線6aに沿って隣接する後段側(即ち、図中下向き)に突出した突出部とを有する。第1遮光膜111の各段(画素行)における下向きの突出部の先端は、データ線6a下において次段における容量線3bの上向きの突出部の先端と重ねられている。この重なった箇所には、第1遮光膜111と容量線3bとを相互に電気的接続するコンタクトホール13が設けられている。即ち、本実施形態では、第1遮光膜111は、コンタクトホール13により前段あるいは後段の容量線3bに電気的に接続されている。

#### 【0036】

次に、断面構造を見ると、図3に示すように、本実施形態の液晶装置は、一対の透明基板を有しており、その一方の基板をなすTFTアレイ基板10と、これに対向配置される他方の基板をなす対向基板20とを備えている。TFTアレイ基板10は、例えば石英基板やハードガラスからなり、対向基板20は、例えばガラス基板や石英基板からなるものである。TFTアレイ基板10には、例えばITO膜等の透明導電性膜からなる画素電極9aが設けられ、TFTアレイ基板10上の各画素電極9aに隣接する位置に、各画素電極9aをスイッチング制御する画素スイッチング用TFT30が設けられている。画素スイッチング用TFT30は、LDD(Lightly Doped Drain)構造を有しており、走査線3a、当該走査線3aからの電界によりチャネルが形成される半導体層1aのチャネル領域1a'、走査線3aと半導体層1aとを絶縁する絶縁薄膜2、データ線6a、半導体層1aの低濃度ソース領域1bおよび低濃度ドレイン領域1c、半導体層1aの高濃度ソース領域1dおよび高濃度ドレイン領域1eを備えている。

#### 【0037】

また、上記走査線3a上、絶縁薄膜2上を含むTFTアレイ基板10上には、

高濃度ソース領域1 dへ通じるコンタクトホール5および高濃度ドレイン領域1 eへ通じるコンタクトホール8が各々形成された第2層間絶縁膜4が形成されている。つまり、データ線6 aは、第2層間絶縁膜4を貫通するコンタクトホール5を介して高濃度ソース領域1 dに電気的に接続されている。さらに、データ線6 a上および第2層間絶縁膜4上には、高濃度ドレイン領域1 eへ通じるコンタクトホール8が形成された第3層間絶縁膜7が形成されている。つまり、高濃度ドレイン領域1 eは、第2層間絶縁膜4および第3層間絶縁膜7を貫通するコンタクトホール8を介して画素電極9 aに電気的に接続されている。

これら第3層間絶縁膜7や画素電極9 aは後述する無機配向膜3 6の下地層となっており、この下地層の表面は走査線3 aや容量線3 bによる段差部8 0を有している。下地層の表面にできる段差部8 0の高さZは、画素ピッチが $15\mu m$ 程度の場合、 $200nm$ から $600nm$ 程度のものができている。

なお、画素電極9 aと高濃度ドレイン領域1 eとは、データ線6 aと同一のA 1膜や走査線3 bと同一のポリシリコン膜を中継して電気的に接続する構成としてもよい。

#### 【0038】

画素スイッチング用TFT3 0は、好ましくは上述のようにLDD構造を持つが、低濃度ソース領域1 bおよび低濃度ドレイン領域1 cに不純物イオンの打ち込みを行わないオフセット構造を探っても良いし、ゲート電極をマスクとして高濃度で不純物イオンを打ち込み、自己整合的に高濃度ソースおよびドレイン領域を形成するセルフアライン型のTFTであっても良い。

また本実施の形態では、画素スイッチング用TFT3 0の走査線3 aの一部からなるゲート電極をソース・ドレイン領域間に1個のみ配置したシングルゲート構造としたが、これらの間に2個以上のゲート電極を配置してもよい。この際、各々のゲート電極には同一の信号が印加されるようにする。このようにデュアルゲート（ダブルゲート）あるいはトリプルゲート以上でTFTを構成すれば、チャネルとソース・ドレイン領域接合部のリーク電流を防止でき、オフ時の電流を低減することができる。これらのゲート電極の少なくとも1個をLDD構造あるいはオフセット構造にしてもよい。

また、半導体層はポリシリコンに限らず単結晶シリコン等でもよい。単結晶シリコンでは、薄膜単結晶層を絶縁層上に形成したSOI (Silicon on Insulator) 構造が好ましい。

## 【0039】

また、ゲート絶縁膜となる絶縁薄膜2を走査線3aの一部からなるゲート電極に対向する位置から延設して誘電体膜として用い、半導体層1aを延設して第1蓄積容量電極1fとし、さらにこれらに対向する容量線3bの一部を第2蓄積容量電極とすることにより、蓄積容量70が構成されている。より詳細には、半導体層1aの高濃度ドレイン領域1eが、データ線6aおよび走査線3aの下に延設され、同じくデータ線6aおよび走査線3aに沿って延びる容量線3b部分に絶縁薄膜2を介して対向配置されて、第1蓄積容量電極1fとされている。特に、蓄積容量70の誘電体としての絶縁薄膜2は、高温酸化によりポリシリコン膜上に形成される画素スイッチング用TFT30のゲート絶縁膜の場合、薄くかつ高耐圧の絶縁膜とことができ、蓄積容量70は比較的小面積で大容量の蓄積容量とすることができます。

## 【0040】

また、図3に示すようにTFTアレイ基板10表面の各画素スイッチング用TFT30に対応する位置には、第1遮光膜111が設けられている。第1遮光膜111は、TFTアレイ基板10上に設けられたメタル層M1と、メタル層M1の上に設けられたバリア層B1とからなるものである。

バリア層B1は、酸素元素の無い無酸素系の高融点の金属单体または金属化合物からなるものであり、具体的には、窒素化合物、シリコン化合物、タンゲステン化合物、タンゲステン、シリコンのうちの1種からなるものとされる。

また、メタル層M1は、遮光性のある高融点の金属单体または金属化合物であり、SiO<sub>2</sub>からなる絶縁層との化学反応により酸素化合物になると遮光性の劣化が見られる金属单体または金属化合物のいずれか一方からなるものである。

## 【0041】

また、第1遮光膜111と複数の画素スイッチング用TFT30との間には、第1層間絶縁膜（絶縁体層）12が設けられている。第1層間絶縁膜12は、画

素スイッチング用TFT30を構成する半導体層1aを第1遮光膜111から電気的に絶縁するために設けられるものである。さらに、第1層間絶縁膜12は、TFTアレイ基板10の全面に形成されており、第1遮光膜111パターンの段差を解消するために表面を研磨し、平坦化処理を施してある。

第1層間絶縁膜12は、例えば、高絶縁性ガラス又は、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜等からなる。この第1層間絶縁膜12により、第1遮光膜111が画素スイッチング用TFT30等を汚染する事態を未然に防ぐこともできる。

本実施形態では、ゲート絶縁膜2を走査線3aに対向する位置から延設して誘電体膜として用い、半導体膜1aを延設して第1蓄積容量電極1fとし、更にこれらに対向する容量線3bの一部を第2蓄積容量電極とすることにより、蓄積容量70が構成されている。

#### 【0042】

より詳細には、半導体層1aの高濃度ドレイン領域1eが、データ線6a及び走査線3aの下に延設されて、同じくデータ線6a及び走査線3aに沿って伸びる容量線3b部分に絶縁膜2を介して対向配置されて、第1蓄積容量電極（半導体層）1fとされている。特に、蓄積容量70の誘電体としての絶縁膜2は、高温酸化により単結晶シリコン層上に形成されるTFT30のゲート絶縁膜2に他ならないので、薄く且つ高耐圧の絶縁膜と付与することができ、蓄積容量70は比較的小面積で大容量の蓄積容量として構成できる。

さらに、蓄積容量70においては、図2および図3から分かるように、第1遮光膜111は、第2蓄積容量電極としての容量線3bの反対側において第1蓄積容量電極1fに第1層間絶縁膜12を介して第3蓄積容量電極として対向配置されることにより（図3の右側の蓄積容量70参照）、蓄積容量が更に付与されるように構成されている。すなわち、本実施形態では、第1蓄積容量電極1fを挟んで両側に蓄積容量が付与されるダブル蓄積容量構造が構築されており、蓄積容量がより増加する。

#### 【0043】

上記第1遮光膜111（およびこれに電気的に接続された容量線3b）は、定電位源に電気的に接続されており、第1遮光膜111および容量線3bは、定電

位とされる。したがって、第1遮光膜111に対向配置される画素スイッチング用TFT30に対して、第1遮光膜111の電位変動が悪影響を及ぼすことはない。また、容量線3bは、蓄積容量70の第2蓄積容量電極として良好に機能し得る。この場合、定電位源としては、当該液晶装置を駆動するための周辺回路（例えば、走査線駆動回路、データ線駆動回路等）に供給される負電源、正電源等の定電位源、接地電源、対向電極21に供給される定電位源等が挙げられる。このように周辺回路等の電源を利用すれば、専用の電位配線や外部入力端子を設ける必要なく、第1遮光膜111および容量線3bを定電位にすることができる。

#### 【0044】

また、図2および図3に示したように、TFTアレイ基板10に第1遮光膜111を設けるのに加えて、コンタクトホール13を介して第1遮光膜111は、前段あるいは後段の容量線3bに電気的に接続するように構成されている。したがって、各第1遮光膜111が、次段の容量線に電気的に接続される場合と比較して、画素部の開口領域の縁に沿って、データ線6aに重ねて容量線3bおよび第1遮光膜111が形成される領域の他の領域に対する段差が少なくて済む。このように画素部の開口領域の縁に沿った段差が少ないと、当該段差に応じて引き起こされる液晶のディスクリネーション（配向不良）を低減できるので、画素部の開口領域を広げることが可能となる。

また、第1遮光膜111は、前述のように直線状に伸びる本線部から突出した突出部にコンタクトホール13が開孔されている。ここで、コンタクトホール13の開孔箇所としては、縁に近い程、ストレスが縁から発散される等の理由により、クラックが生じ難いことが判明されている。

#### 【0045】

また、前述のように、画素スイッチング用TFT30の下側には、第1遮光膜111が設けられているので、少なくとも半導体層1aのチャネル領域1a'及びLDD領域1b、1cへの戻り光の入射を効果的に防ぐことが出来る。

なお、この実施形態では、相隣接する前段あるいは後段の画素に設けられた容量線3bと第1遮光膜111とを接続しているため、最上段あるいは最下段の画素に対して第1遮光膜111に定電位を供給するための容量線3bが必要となる

。そこで、容量線3 bの数を垂直画素数に対して1本余分に設けておくようになると良い。

## 【0046】

他方、対向基板20には、TFTアレイ基板10上のデータ線6a、走査線3a、画素スイッチング用TFT30の形成領域に対向する領域、すなわち各画素部の開口領域以外の領域に第2遮光膜23が設けられている。さらに、第2遮光膜23上を含む対向基板20上には、その全面にわたって対向電極（共通電極）21が設けられている。対向電極21もTFTアレイ基板10の画素電極9aと同様、ITO膜等の透明導電性膜から形成されている。第2遮光膜23の存在により、対向基板20の側からの入射光が画素スイッチング用TFT30の半導体層1aのチャネル領域1a'や低濃度ソース領域領域1b、低濃度ドレイン領域1cに侵入することはない。さらに、第2遮光膜23は、コントラスト比の向上、色材の混色防止などの機能、いわゆるブラックマトリクスとしての機能を有している。

## 【0047】

そして、本実施の形態の場合、TFTアレイ基板10の画素スイッチング用TFT30、データ線6aおよび走査線3aの形成領域にあたる第3層間絶縁膜7上および画素電極9a上、すなわち表面に段差部80を有する上記の下地層上に無機斜方蒸着膜からなる無機配向膜36が設けられている。ここで段差部80は、具体的には容量線3b上に形成された画素電極9aの凸部81とこの凸部81の近傍の画素電極9の凹部82による段差等である。

この無機配向膜36は、第一の無機斜方蒸着膜36aと、第二の無機斜方蒸着膜36bとからなるものである。

## 【0048】

第一の無機斜方蒸着膜36aは、第1遮光膜111、第1層間絶縁膜12、TFT30、第2と第3層間絶縁膜4、7、画素電極9等を形成したTFTアレイ基板10をある角度で固定して一方向から酸化シリコン等の無機材料を蒸着させ、基板に対して所定の角度で配列された柱状構造物を成長させる第一の斜方蒸着工程により形成されたものである。

図2と図4中、符号SAは第一の斜方蒸着工程で第一の無機斜方蒸着膜36aを形成した際の無機材料の斜方蒸着方向である。この斜方蒸着方向SAは、走査線3aや容量線3bと直交する方向で、図2の平面図の下側からの方向である。また、斜方蒸着方向SAは、図8に示すようにTFTアレイ基板10とのなす角度（蒸着角度）θ1が5度～10度の範囲内が好ましい。

#### 【0049】

第一の無機斜方蒸着膜36aは、段差部80の近傍領域80a（段差部80の影となる領域）を除いた領域80bに形成されている。この第一の無機斜方蒸着膜36aは、段差部80の近傍領域80aには殆ど形成されていない。それは、上記のような斜方蒸着方向SAから無機材料を斜方蒸着すると、段差部80の近傍領域80a（凸部81の斜方蒸着方向SAに沿った方向側の斜面及びその近傍）は、段差部80の影となって無機材料が蒸着されにくいからである。

#### 【0050】

第二の無機斜方蒸着膜36bは、図2、図8に示すように上記第一の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着方向SAとは少なくとも上記基板の面内方向に沿った方位角方向φが異なる方向SBから無機材料を斜方蒸着させ、基板に対して所定の角度で配列された柱状構造物を成長させる第二の斜方蒸着工程により形成されたものである。

この斜方蒸着方向SBは、走査線3aや容量線3bに沿った方向で、図2の平面図の右側からの方向である。この斜方蒸着方向SBと斜方蒸着方向SAとは、方位角方向φが90度異なっていることが好ましい。また、斜方蒸着方向SBは図8に示すようにTFTアレイ基板10とのなす角度（蒸着角度）θ2が25度～30度の範囲内が好ましい。

#### 【0051】

この第二の無機斜方蒸着膜36bは、上記第一の無機斜方蒸着膜36aが形成されていない上記段差部80の近傍領域80aに形成されている。この第二の無機斜方蒸着膜36bは、第一の無機斜方蒸着膜36aが形成されていない上記段差部80の近傍領域80aに形成されているが、上記下地層表面の段差部80の形状や配置によっては第二の斜方蒸着工程で蒸着の影となる部分も生じることが

あるため、第二の無機斜方蒸着膜36bは第一の無機斜方蒸着膜36aの表面の全面に形成されていない場合もある。すなわち第二の無機斜方蒸着膜36bは、上記段差部80の近傍領域80と、少なくとも段差部80の両側の第一の無機斜方蒸着膜36a上に形成されればよい。

従って、上記下地層上に形成される無機斜方蒸着膜36は、実際には、第一の無機斜方蒸着膜36aのみが形成されている部分と、第一の無機斜方蒸着膜36a上に第二の無機斜方蒸着膜36bが形成されている部分と、第二の無機斜方蒸着膜36bのみが形成されている部分が混在している。

#### 【0052】

図5は、実施形態の液晶装置の第一の無機斜方蒸着膜36aのみが形成されている部分およびその近傍部分の斜方蒸着方向SAに沿った断面構造を模式的に示す図である。図6は、実施形態の液晶装置の段差部80の近傍領域80aに形成された第一の無機斜方蒸着膜36aが形成されている部分及びその近傍部分の斜方蒸着方向SBに沿った断面構造を模式的に示す図である。

なお、第一の無機斜方蒸着膜36a上に第二の無機斜方蒸着膜36bが形成されている部分の断面構造は、形状が複雑になるため図示を略した。

第一の無機斜方蒸着膜36aは、図5に示すように傾斜した無機材料の柱状構造物が疎に形成されており、隣接する柱状構造物間に隙間37があいている。

第二の無機斜方蒸着膜36bは、図6に示すように傾斜した無機材料の柱状構造物が密に形成されて後述の液晶層50側となる表面に溝構造38を有している。

また、この第二の無機斜方蒸着膜36bは少なくとも段差部80の両側の第一の無機斜方蒸着膜36a上にも形成されており、この部分は、図5に示す柱状構造物間の隙間37が第二の無機斜方蒸着膜36bの柱状構造物で埋められたような構造になっている。

第一の無機斜方蒸着膜36aを構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向と、第二の無機斜方蒸着膜36bを構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向とは、少なくとも上記基板の面内方向に沿った方位角度方向 $\phi$ が異なっており、好ましくは方位角方向が90度異なることが望ましい。

## 【0053】

第一の無機斜方蒸着膜36aの厚みは5nm～16nmの範囲内であることが好ましく、より好ましくは8nm～10nmの範囲内である。第一の無機斜方蒸着膜36aの厚みが5nm未満であると液晶分子50aにプレティルト角 $\theta_p$ が付与されず、ディスクリネーションの要因となってしまい、16nmを越えると第二の無機斜方蒸着膜36bの効果が薄れて液晶分子50aのプレティルト角 $\theta_p$ が20度以上となってしまう。

## 【0054】

また、第二の無機斜方蒸着膜36bの厚みは10nm～40nmの範囲内であることが好ましい。第二の無機斜方蒸着膜36bの厚みが10nm未満であると第二の無機斜方蒸着膜36bの柱状構造物が第一の無機斜方蒸着膜36aを構成する無機材料の柱状構造物の隙間37を埋めるという効果が小さく、液晶分子50aのプレティルト角 $\theta_p$ が20度以上となってしまい、40nmを越えると第一の無機斜方蒸着膜36aを構成する無機材料の柱状構造物の隙間37が埋め尽くされて液晶分子50aにプレティルトが付与されず、プレティルトのない配向状態となってしまう。

無機配向膜36の平均の厚みは、16～22nm程度である。

## 【0055】

他方、TFTアレイ基板10側の無機配向膜36と対向する位置にあたる対向基板20の対向電極21上にも、同様の材料からなる無機配向膜42が設けられている。この無機配向膜42は、第2遮光膜23や対向電極21等を形成した対向基板20をある角度で固定して一方向から酸化シリコン等の無機材料を蒸着させ、基板に対して所定の角度で配列された柱状構造物を成長させる斜方蒸着に形成されたものである。

## 【0056】

図2と図4中、符号SCは対向基板20側の無機配向膜42を形成した際の無機材料の斜方蒸着方向である。この斜方蒸着方向SCは、図11に示すように対向基板20とのなす角度 $\theta_3$ が5度～10度の範囲内のものである。

## 【0057】

この無機配向膜42の厚みは、5～16nm程度である。

この無機配向膜42の下地層は、表面の段差部の高さが小さいものであるので、無機材料を斜方蒸着する際に段差部が影となっておらず、蒸着不良領域が生じないため、TFTアレイ基板10側の無機配向膜36のように無機材料の斜方蒸着を2回行わなくてもよい。

#### 【0058】

これらTFTアレイ基板10と対向基板20は、画素電極9aと対向電極21とが対向するように配置されている。

そして、これら基板10、20と後述するシール材51（図13および図14参照）により囲まれた空間に液晶が封入され、液晶層50が形成される。液晶層50は、画素電極9aからの電界が印加されていない状態（電圧無印加時）で無機配向膜36、42の作用により所定の配向状態をとる。なお、本明細書において、「電圧無印加時」、「電圧印加時」とは、それぞれ「液晶層への印加電圧が液晶のしきい値電圧未満であるとき」、「液晶層への印加電圧が液晶のしきい値電圧以上であるとき」を意味している。

#### 【0059】

第一の無機斜方蒸着膜36aのみが形成されている部分の近傍の液晶分子50aは、電界が印加されていない状態（電圧無印加時）では図5に示すように液晶分子50aの長軸は斜方蒸着方向SAに沿った方向を含む面に配向しており、プレティルト角 $\theta_p$ が25度から45度の範囲内が好ましい。このように液晶分子50aが配向するのは、第一の無機斜方蒸着膜36aは、先に述べたように傾斜した柱状構造物間に隙間37を有する構造であり、この第一の無機斜方蒸着膜36aの液晶層50側の表面形状効果によるものである。

第二の無機斜方蒸着膜36bが形成されている段差部80の近傍領域の液晶分子50aは、電界が印加されていない状態では図6に示すように液晶分子50aの長軸は斜方蒸着方向SBに沿った方向を含む面に配向しており、プレティルト角 $\theta_p$ がほぼ0度の平行配向となっている。このように液晶分子50aが配向するのは、第二の無機斜方蒸着膜36bは、先に述べたように傾斜した無機材料の柱状構造物が密に形成されて得られた溝構造38が液晶層50側となる表面

に有する構造であり、この第二の無機斜方蒸着膜36bの液晶層50側の表面形状効果によるものである。

また、この第二の無機斜方蒸着膜36bが第一の無機斜方蒸着膜36a上に形成された部分（少なくとも段差部80の両側部分）の近傍の液晶分子50aは、第一の無機斜方蒸着膜36aの近傍の液晶分子50aのプレティルトと第二の無機斜方蒸着膜36bの液晶分子50aのプレティルトの間のティルト角を有しているが、この部分の液晶分子50aのプレティルト角度は第一と第二の無機斜方蒸着膜36a、36bの膜厚比に依存する。このように液晶分子50aが配向するのは、第二の無機斜方蒸着膜36bが第一の無機斜方蒸着膜36a上に形成された部分は、先に述べたように図5に示す柱状構造物間の隙間37が第二の無機斜方蒸着膜36bの柱状構造物で埋められたような構造になっており、この構造の液晶層50側の表面形状効果によるものである。

#### 【0060】

上記液晶層50の液晶分子50aの平均プレティルト角 $\theta_p$ が、5～15度の範囲内、好ましくは12度～14度の範囲内とされていることが好ましい。液晶分子50aの平均プレティルト角 $\theta_p$ は、第一と第二の無機斜方蒸着膜36a、36bの膜厚比や斜方蒸着角度 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ をコントロールすることにより調整することができる。上記液晶層50の液晶分子50aは、電圧印加時には、配向状態を変化させ、これを光学的に識別することにより表示をすることが可能な構造となっている。

シール材51は、例えば、光硬化性樹脂や熱硬化性樹脂からなる接着材であり、両基板間の距離を所定値とするためのグラスファイバーあるいはガラスピーズ等のスペーサが混入されている。

#### 【0061】

本実施形態の液晶装置は、段差部80を有する下地層上に形成された無機配向膜36が、傾斜した無機材料の柱状構造物から形成された第一の無機斜方蒸着膜36aと、第一の無機斜方蒸着膜36aの柱状構造物の傾斜方向とは無機材料の柱状構造物の傾斜方向が少なくとも方位角方向が異なる第二の無機斜方蒸着膜36bとから構成されており、しかも第二の無機斜方蒸着膜36bは上記段差部8

0の近傍領域80aに形成されているので、上記段差部80の近傍領域80aに無機材料の蒸着ムラや蒸着されない蒸着不良領域が生じるのを低減でき、従って、画素ピッチが $20\mu m$ 以下と微細になっても、表面に段差部を有する下地層上に形成した無機配向膜に異常がなく、配向膜異常に起因する液晶の配向不良を防止でき、コントラスト比の低下等の表示不良の発生を防止できる。このような効果は、画素ピッチが $15\mu m$ 以下とさらに微細になっても同様に得られる。

また、無機配向膜36、42は、無機斜方蒸着膜から構成されているので、ポリイミド等の有機膜から構成したものに比べて、耐光性や耐熱性が優れているので、耐久性が向上した液晶装置とすることができます。

#### 【0062】

##### [第1実施形態の液晶装置の製造プロセス]

次に、上記構成を有する液晶装置の第1実施形態の製造プロセスについて、図7から図12を参照して説明する。なお、図7と図9は各工程におけるTFTアレイ基板10側の各層を、図10と図12は各工程における対向基板20側の各層を、図3と同様に図2のA-A'断面に対応させて示す工程図である。

#### 【0063】

図7に示すように、石英基板、ハードガラスなどからなるTFTアレイ基板10上にメタル層M1とバリア層B1とからなる第1遮光膜111、第1層間絶縁膜12、コンタクトホール13、半導体層1a、チャネル領域1a'、低濃度ソース領域1b、低濃度ドレイン領域1c、高濃度ソース領域1d、高濃度ドレン領域1e、第1蓄積容量電極1f、絶縁薄膜2、走査線3a、容量線3b、第2層間絶縁膜4、データ線6a、第3層間絶縁膜7、コンタクトホール8、画素電極9aを従来と同様の方法などにより形成したものを用意する。

画素電極9a等が形成されたTFTアレイ基板10の表面（後述の無機配向膜36の下地層の表面）は段差部80が形成されている。

#### 【0064】

次に、図8に示すように、表面に段差部80を有するTFTアレイ基板10の上面に一方向SAから無機材料を斜方蒸着して図5に示すような第一の無機斜方蒸着膜36aを厚みが $5nm\sim16nm$ の範囲内になるように形成する第一の斜

方蒸着工程を行う。この第一の無機斜方蒸着工程では、蒸着の影となる部分、すなわち、段差部80の近傍領域80aには第一の無機斜方蒸着膜36aが形成されない。この第一の無機斜方蒸着膜36aは段差部80の近傍領域80aを除いた領域80bに形成されている。

なお、図8は画素電極9a等が形成されたTFTアレイ基板10を上面側（配向膜の下地層の表面側）から見た図であり、画素電極9aやコンタクトホール8、第3層間絶縁膜7の記載は省略されている。

この斜方蒸着方向SAは、走査線3aや容量線3bと直交する方向で、図2の平面図の下側からの方向である。ここで斜方蒸着方向SAを走査線3aや容量線3bと直交する方向で、図2の平面図の下側の方向としたのは、図2のC-C'線付近の下地層表面の段差部より、B-B'線付近の下地層表面の段差部の方が段差が大きいため、図2の平面図の下側の方向から斜方蒸着を行うことにより、段差部80の影となって無機斜方蒸着膜が蒸着されない領域を少なくするためである。

#### 【0065】

また、この斜方蒸着方向SAは、図8に示すようにTFTアレイ基板10とのなす角度（蒸着角度）θ1が5度～10度の範囲内が好ましい。第一の斜方蒸着工程の無機材料の蒸着角度θ1が5度未満であると、形成される柱状構造物の密度が低すぎるために液晶分子50aの配向方向が不安定となり、基板の面内方向に沿った面内での配向方向のばらつきが大となってしまい、蒸着角度θ1が10度を越えると形成される柱状構造物の密度が高くなるために第二の無機斜方蒸着膜36bの柱状構造物で第一の無機斜方蒸着膜36aの柱状構造物の隙間37を埋めるという効果が得られ難くなり、その結果、この基板を用いて液晶装置を作製すると液晶分子の配向にプレティルトの全くない領域が大きくなってしまうからである。

#### 【0066】

次に、図8に示すように上記第一の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着方向SAとは少なくとも上記基板の面内方向に沿った方位角方向φが異なる方向SBから無機材料を斜方蒸着して上記第一の無機斜方蒸着膜36aが形成されていない

上記段差部80の近傍領域80aと上記第一の無機斜方蒸着膜36a上に図6に示すような第二の無機斜方蒸着膜36bを膜厚が10nm～40nmの範囲内となるように形成する第二の斜方蒸着工程を行う。

## 【0067】

この斜方蒸着方向SBは、走査線3aや容量線3bに沿った方向で、図2の平面図の右側からの方向である。この斜方蒸着方向SBと斜方蒸着方向SAとは、方位角方向 $\phi$ が90度異なっていることが上記段差部80の近傍領域80aを除いた領域80bに第一の無機斜方蒸着膜36aを良好に形成でき、第一の無機斜方蒸着膜36aが形成されていない上記段差部80の近傍領域80aと第一の無機斜方蒸着膜36a上に第二の無機斜方蒸着膜36bを良好に形成できる点で好ましい。

## 【0068】

また、斜方蒸着方向SBは図8に示すようにTFTアレイ基板10とのなす角度（蒸着角度） $\theta_2$ が25度～30度の範囲内が好ましい。

上記第二の斜方蒸着工程の斜方蒸着方向SBの蒸着角度 $\theta_2$ が25度未満であると、第二の無機斜方蒸着膜36bの柱状構造物で第一の無機斜方蒸着膜36aの柱状構造物の隙間37を埋めるという効果が得られ難く、蒸着角度 $\theta_2$ が30度を越えると形成される膜表面の異方性が乏しくなり、液晶分子を配向させる機能がなくなってしまう。

このような第一の斜方蒸着工程と第二の斜方蒸着工程により図9に示すような無機配向膜36が形成されたTFTアレイ基板10が得られる。

## 【0069】

他方、図3の対向基板20については、ガラス基板等が先ず用意され、第2遮光膜23および後述の額縁としての第3遮光膜53（図13および図14参照）を、例えば金属クロムをスパッタリングした後、フォトリソグラフィー工程、エッチング工程を経て形成する。なお、これら遮光膜は、Cr、Ni（ニッケル）、Alなどの金属材料の他、カーボンやTiをフォトレジストに分散した樹脂ブラックなどの材料から形成してもよい。

## 【0070】

その後、図10に示すように対向基板20の全面にスパッタリング等により、ITO等の透明導電性膜を、約50～200nmの厚さに堆積することにより、対向電極21を形成する。

次に、図11に示すように第2遮光膜23や対向電極21等を形成した対向基板20をある角度で固定して一方向SCから酸化シリコン等の無機材料を蒸着させ、基板に対して所定の角度で配列された柱状構造物を成長させる斜方蒸着を行う。

なお、図11は対向電極21等が形成された対向基板20を上面側（配向膜の下地層の表面側）から見た図であり、対向電極21の記載は省略されている。

図11中、符号SCは対向基板20側の無機配向膜42を形成する際の無機材料の斜方蒸着方向である。この斜方蒸着方向SCは、図11に示すように対向基板20とのなす角度θ3が5度～10度の範囲内のものである。

このようにすると図12に示すように対向電極21上に無機配向膜42が設けられた対向基板20が得られる。

ここでの斜方蒸着方向SCは第一の無機配向膜36aを形成する際の斜方蒸着方向SAと180度異なる方向である。

#### 【0071】

最後に、上述のように各層が形成されたTFTアレイ基板10と対向基板20とを斜方蒸着方向が反対（180°ずらす）になるように配置（TFTアレイ基板10と対向基板20とを所定の角度で配列された柱状構造物の配列方向が反対になるように配置）し、セル厚が4μmになるように後述のシール材51により貼り合わせ、空パネルを作製する。液晶としてはフッ素系のポジ型の液晶を使用し、この液晶をパネル内に封入し、本実施形態の液晶装置が得られる。

なお、本実施形態では、対向基板10上に基板側から第2遮光膜23、対向電極21、配向膜42の順に設けたため、液晶駆動電圧を高くしなくて済むという利点がある。この構成に代えて、対向電極21、第2遮光膜23、配向膜42の順に設けても良い。その場合、第2遮光膜23と配向膜42のバーニングを一括して行うことができ、製造工程の簡略化が図れる、という利点が得られる。

#### 【0072】

本実施形態の液晶装置用基板の製造方法によれば、第一と第二の斜方蒸着工程を設け、この第一の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着方向 S A と第二の斜方蒸着工程の無機材料の斜方蒸着方向 S B が少なくとも上記基板の面内方向に沿った方位角方向  $\phi$  が異なるようにしたことにより、第一の斜方蒸着工程で無機斜方蒸着膜を形成できなかった領域に、第二の斜方蒸着工程で無機斜方蒸着膜を形成できる。第一の斜方蒸着工程では上記段差部 8 0 の近傍領域 8 0 a を除いた領域 8 0 b に第一の無機斜方蒸着膜 3 6 a が形成されるが、上記段差部 8 0 の近傍領域 8 0 a は段差部 8 0 の影となって第一の無機斜方蒸着膜 3 6 a が形成されていない領域ができてしまう。そして、第二の斜方蒸着工程では、無機材料の斜方蒸着方向 S B を上記第一の斜方蒸着工程とは少なくとも方位角方向  $\phi$  を変更することにより、第一の斜方蒸着工程で段差部 8 0 の影となって無機斜方蒸着膜が形成されていない領域 8 0 a に無機材料を蒸着して第二の無機斜方蒸着膜 3 6 b を形成することができる。また、この第二の斜方蒸着工程では、第二の無機斜方蒸着膜 3 6 b は、少なくとも段差部 8 0 a の両側の第一の無機斜方蒸着膜 3 6 a 上にも形成される。

かかる構成の液晶装置用基板の製造方法によれば、本実施形態の液晶装置に備えることができる基板を製造できる。

#### 【0073】

なお、上記実施形態の液晶装置およびこの液晶装置用基板の製造方法においては、本発明を TFT 素子に代表される 3 端子型素子を用いるアクティブマトリクス型の液晶装置とこの液晶装置用基板の製造方法に適用した場合について説明したが、TFT 素子に代表される 2 端子型素子を用いるアクティブマトリクス型の液晶装置およびこの液晶装置用基板の製造方法や、パッシブマトリクス型の液晶装置及びこの液晶装置用基板の製造方法にも適用できる。また、本発明は透過型の液晶装置だけでなく、反射型の液晶装置にも適用可能である。

#### 【0074】

なお、上記実施形態の液晶装置の製造方法においては、TFT アレイ基板 1 0 側の無機配向膜 3 6 を第一と第二の斜方蒸着工程（方位角方向を変更して 2 回蒸着する方法）により形成する場合について説明したが、対向基板 2 0 側の無機配

向膜42の下地層の表面の段差部の高さが大きい場合には、無機配向膜36と同様にを第一と第二の斜方蒸着工程（方位角方向を変更して2回蒸着する方法）により形成してもよく、例えば、図11に示すように対向電極21等を形成した対向基板20をある角度で固定して一方向SCから酸化シリコン等の無機材料を蒸着させ、基板20に対して所定の角度で配列された柱状構造物を成長させる斜方蒸着工程により形成した後、上記斜方蒸着方向SCとは少なくとも上記基板20の面内方向に沿った方位角方向 $\phi$ が異なる方向SD、好ましくは方位角方向 $\phi$ が略90度異なる方向から無機材料を斜方蒸着させ、基板に対して所定の角度で配列された柱状構造物を成長させる斜方蒸着工程により形成すればよい。その場合の斜方蒸着方向SCの蒸着角度 $\theta_3$ は5度～10度の範囲内とし、斜方蒸着方向SDの蒸着角度 $\theta_3$ は25度～30度の範囲内とすることが好ましい。

#### 【0075】

また、本実施形態においてはTFTアレイ基板上に形成された表面に段差部がある下地層上に無機配向膜を形成する場合に本発明を適用した場合について説明したが、素子側の基板が配線層等を埋め込んだものであり、無機配向膜の下地層が平滑な表面にコンタクトホール等による凹部（段差部）を有するものである場合にも本発明を適用することができる。

#### 【0076】

##### [液晶装置の全体構成]

次に、上記構成の液晶装置の全体構成を図13および図14を参照して説明する。なお、図13は、TFTアレイ基板10をその上に形成された各構成要素とともに対向基板20の側から見た平面図であり、図14は、対向基板20を含めて示す図11のH-H'断面図である。なお、図13及び図14では、無機配向膜36、42の記載は省略されている。

#### 【0077】

図13において、TFTアレイ基板10の上には、シール材51がその縁に沿って設けられており、その内側に並行して、例えば第2遮光膜23と同じかあるいは異なる材料からなる額縁としての第3遮光膜53が設けられている。シール材51の外側の領域には、データ線駆動回路101および外部回路接続端子10

2がTFTアレイ基板10の一辺に沿って設けられており、走査線駆動回路104がこの一辺に隣接する2辺に沿って設けられている。走査線3aに供給される走査信号遅延が問題にならないのならば、走査線駆動回路104は片側だけでも良いことは言うまでもない。

## 【0078】

また、データ線駆動回路101を画像表示領域の辺に沿って両側に配列してもよい。例えば、奇数列のデータ線6aは画像表示領域の一方の辺に沿って配設されたデータ線駆動回路から画像信号を供給し、偶数列のデータ線は上記画像表示領域の反対側の辺に沿って配設されたデータ線駆動回路から画像信号を供給するようにしてもよい。このようにデータ線6aを櫛歯状に駆動するようにすれば、データ線駆動回路の占有面積を拡張することができるため、複雑な回路を構成することが可能となる。

さらに、TFTアレイ基板10の残る一辺には、画像表示領域の両側に設けられた走査線駆動回路104間をつなぐための複数の配線105が設けられており、更に、週辺見切りとしての第3遮光膜53の下に隠れてプリチャージ回路を設けてもよい。

また、対向基板20のコーナー部の少なくとも1箇所においては、TFTアレイ基板10と対向基板20との間で電気的導通をとるための導通材106が設けられている。そして、図14に示すように、図13に示したシール材51とほぼ同じ輪郭を持つ対向基板20が当該シール材51によりTFTアレイ基板10に固着されている。

## 【0079】

以上、図1から図14を参照して説明した各実施形態における液晶装置のTFTアレイ基板10上には、さらに製造途中や出荷時の当該液晶装置の品質、欠陥等を検査するための検査回路等を形成してもよい。また、データ線駆動回路101および走査線駆動回路104をTFTアレイ基板10の上に設ける代わりに、例えばTAB (Tape Automated Bonding)基板上に実装された駆動用LSIに、TFTアレイ基板10の周辺部に設けられた異方性導電フィルムを介して電気的および機械的に接続するようにしてもよい。また、対向基板20の投射光が入射

する側およびTFTアレイ基板10の出射光が出射する側には各々、例えば、TN (Twisted Nematic) モード、VA (Vertically Aligned) モード、PDLC (Polymer Dispersed Liquid Crystal) モード等の動作モードや、ノーマリー・ホワイトモード／ノーマリーブラックモードの別に応じて、偏光フィルム、位相差フィルム、偏光手段などが所定の方向で配置される。

#### 【0080】

以上説明した各実施形態における液晶装置は、例えばカラー液晶プロジェクタ（投射型表示装置）に適用することができる。その場合、3枚の液晶装置がRGB用のライトバルブとして各々用いられ、各ライトバルブには各々RGB色分解用のダイクロイックミラーを介して分解された各色の光が投射光として各々入射されることになる。したがって、各実施形態では、対向基板20に、カラーフィルタは設けられていない。しかしながら、第2遮光膜23の形成されていない画素電極9aに対向する所定領域にRGBのカラーフィルタをその保護膜とともに、対向基板20上に形成してもよい。このようにすれば、液晶プロジェクタ以外の直視型や反射型のカラー液晶テレビなどのカラー液晶装置に各実施形態における液晶装置を適用できる。さらに、対向基板20上に1画素に1個対応するようマイクロレンズを形成してもよい。このようにすれば、入射光の集光効率を向上することで、明るい液晶装置が実現できる。さらにまた、対向基板20上に、何層もの屈折率の相違する干渉層を堆積することで、光の干渉を利用して、RGB色を作り出すダイクロイックフィルタを形成してもよい。このダイクロイックフィルタ付対向基板によれば、より明るいカラー液晶装置が実現できる。

また、各画素に設けられるスイッチング素子としては、正スタガ型又はコプラナー型のポリシリコンTFTであるとして説明したが、逆スタガ型のTFTやアモルファスシリコンTFT等の他の形式のTFTに対しても、各実施形態は有効である。

#### 【0081】

##### 〔電子機器〕

上記の本発明の実施形態の液晶装置を用いた電子機器の一例として、投射型表示装置の構成について、図15を参照して説明する。図15において、投射型表

示装置1100は、上述した実施形態の液晶装置を3個用意し、夫々RGB用の液晶装置962R、962Gおよび962Bとして用いた投射型液晶装置の光学系の概略構成図を示す。本例の投射型表示装置の光学系には、光源装置920と、均一照明光学系923が採用されている。そして、投射型表示装置は、この均一照明光学系923から出射される光束Wを赤(R)、緑(G)、青(B)に分離する色分離手段としての色分離光学系924と、各色光束R、G、Bを変調する変調手段としての3つのライトバルブ925R、925G、925Bと、変調された後の色光束を再合成する色合成手段としての色合成プリズム910と、合成された光束を投射面100の表面に拡大投射する投射手段としての投射レンズユニット906を備えている。また、青色光束Bを対応するライトバルブ925Bに導く導光系927をも備えている。

#### 【0082】

均一照明光学系923は、2つのレンズ板921、922と反射ミラー931を備えており、反射ミラー931を挟んで2つのレンズ板921、922が直交する状態に配置されている。均一照明光学系923の2つのレンズ板921、922は、それぞれマトリクス状に配置された複数の矩形レンズを備えている。光源装置920から出射された光束は、第1のレンズ板921の矩形レンズによって複数の部分光束に分割される。そして、これらの部分光束は、第2のレンズ板922の矩形レンズによって3つのライトバルブ925R、925G、925B付近で重畠される。したがって、均一照明光学系923を用いることにより、光源装置920が出射光束の断面内で不均一な照度分布を有している場合でも、3つのライトバルブ925R、925G、925Bを均一な照明光で照明することが可能となる。

#### 【0083】

各色分離光学系924は、青緑反射ダイクロイックミラー941と、緑反射ダイクロイックミラー942と、反射ミラー943から構成される。まず、青緑反射ダイクロイックミラー941において、光束Wに含まれている青色光束Bおよび緑色光束Gが直角に反射され、緑反射ダイクロイックミラー942の側に向かう。赤色光束Rはこのミラー941を通過して、後方の反射ミラー943で直角

に反射されて、赤色光束Rの出射部944から色合成プリズム910の側に出射される。

次に、緑反射ダイクロイックミラー942において、青緑反射ダイクロイックミラー941において反射された青色、緑色光束B、Gのうち、緑色光束Gのみが直角に反射されて、緑色光束Gの出射部945から色合成光学系の側に出射される。緑反射ダイクロイックミラー942を通過した青色光束Bは、青色光束Bの出射部946から導光系927の側に出射される。本例では、均一照明光学素子の光束Wの出射部から、色分離光学系924における各色光束の出射部944、945、946までの距離がほぼ等しくなるように設定されている。

#### 【0084】

色分離光学系924の赤色、緑色光束R、Gの出射部944、945の出射側には、それぞれ集光レンズ951、952が配置されている。したがって、各出射部から出射した赤色、緑色光束R、Gは、これらの集光レンズ951、952に入射して平行化される。

このように平行化された赤色、緑色光束R、Gは、ライトバルブ925R、925Gに入射して変調され、各色光に対応した画像情報が付加される。すなわち、これらの液晶装置は、図示しない駆動手段によって画像情報に応じてスイッチング制御されて、これにより、ここを通過する各色光の変調が行われる。一方、青色光束Bは、導光系927を介して対応するライトバルブ925Bに導かれ、ここにおいて、同様に画像情報に応じて変調が施される。なお、本例のライトバルブ925R、925G、925Bは、それぞれさらに入射側偏光手段960R、960G、960Bと、出射側偏光手段961R、961G、961Bと、これらの間に配置された液晶装置962R、962G、962Bとからなる液晶ライトバルブである。

#### 【0085】

導光系927は、青色光束Bの出射部946の出射側に配置した集光レンズ954と、入射側反射ミラー971と、出射側反射ミラー972と、これらの反射ミラーの間に配置した中間レンズ973と、ライトバルブ925Bの手前側に配置した集光レンズ953とから構成されている。集光レンズ954から出射され

た青色光束Bは、導光系927を介して液晶装置962Bに導かれて変調される。各色光束の光路長、すなわち、光束Wの出射部から各液晶装置962R、962G、962Bまでの距離は青色光束Bが最も長くなり、したがって、青色光束の光量損失が最も多くなる。しかし、導光系927を介在させることにより、光量損失を抑制することができる。

各ライトバルブ925R、925G、925Bを通って変調された各色光束R、G、Bは、色合成プリズム910に入射され、ここで合成される。そして、この色合成プリズム910によって合成された光が投射レンズユニット906を介して所定の位置にある投射面100の表面に拡大投射されるようになっている。

#### 【0086】

本例において、液晶装置962R、962G、962Bは、図1乃至図14を用いて説明した本発明の実施形態の液晶装置である。さらに、液晶装置を投射型表示装置のライトバルブに用いる場合、直視型液晶表示装置として用いる場合に比べて入射光の強度が高く、配向膜がポリイミド等の有機配向膜から構成されていると配向膜の劣化が顕著に起こりやすいが、配向膜を酸化シリコン等の無機斜方蒸着膜から構成することによって、配向膜の劣化に起因する表示不良の発生を低減した本実施形態の液晶装置962R、962G、962Bが設けられているので、長時間の使用によっても表示品位の高い投射型表示装置を実現することができる。また、実施形態の液晶装置962R、962G、962Bは、上記したように段差部80を有する下地層上に無機配向膜36を形成する際、無機材料を蒸着し易い領域（上記段差部80の近傍領域80aを除いた領域80b）と無機材料の蒸着不良領域ができやすい段差部80の近傍領域80bに分けて形成したことにより、上記段差部80の近傍領域を除いた領域80bに上記の第一の無機斜方蒸着膜36aが形成されており、上記段差部80の近傍領域80aには第二の無機斜方蒸着膜36bが形成されているので、上記段差部80の近傍領域80に無機材料の蒸着ムラや蒸着されない蒸着不良領域が生じることがない。従ってこのような液晶装置962R、962G、962Bが設けられた投射型表示装置によれば、配向膜異常に起因する液晶の配向不良によるコントラスト比の低下等がなく、表示品位の高い表示装置を実現することができる。

【0087】

## 【実施例】

本発明者は、本発明の液晶装置の効果を実証する実験を行った。以下、この実験結果について説明する。

## (実験例1)

第1の実施形態で示したTFT素子と画素電極等が形成され、表面に段差部を有するTFTアレイ基板の表面に一方向SAから酸化珪素(SiO)を膜厚が10nmになるように斜方蒸着を行って第一の無機斜方蒸着膜を形成する際、SiOの蒸着角度(蒸着方向と基板とのなす角度) $\theta_1$ を2.5度から15度の範囲で変更し、次に、上記斜方蒸着方向SAとは方位角方向 $\phi$ が異なる方向SBから酸化珪素(SiO)を膜厚が20nmになるように斜方蒸着を行って第二の無機斜方蒸着膜を形成する際、SiOの蒸着角度(蒸着方向と基板とのなす角度) $\theta_2$ を25度から30度の範囲で変更した。ここで斜方蒸着方向SAは、図2の走査線3aや容量線3bと直交する方向で、図2の平面図の下側からの方向とした。また、斜方蒸着方向SBは、図2の走査線3aや容量線3bに沿った方向で、図2の平面図の右側からの方向とした。ここで斜方蒸着方向SBと斜方蒸着方向SAとは、方位角方向 $\phi$ が90度異なる方向とした。

一方、第1の実施形態で示したブラックマトリックス(遮光膜)と対向電極等が形成された対向基板の表面に一方向SCから酸化珪素(SiO)を膜厚が10nmになるように斜方蒸着を行って無機斜方蒸着膜を形成した。ここで斜方蒸着方向SCの蒸着角度(蒸着方向と基板とのなす角度) $\theta_3$ は5度とした。

次に、上記の無機斜方蒸着膜を形成した一方の基板の液晶層側となる側の面にシール印刷により液晶注入口を残してシール部を形成し、TFTアレイ基板と対向基板を貼り合わせ液晶パネルを作製し、液晶注入口からフッ素系のポジ型の液晶をパネル内に注入し、注入口を封止材で塞ぐことにより、種々の液晶装置を作製した。

このように作製した種々の液晶装置の液晶の配向状態について調べた。その結果を表1に示す。

【0088】

「表1」

1回目の斜方蒸着角度(°)	2.5	5	10	15
2回目の斜方蒸着角度(°)				
20	×	×	×	×
25	×	○	○	×
30	×	○	○	×
35	×	×	×	×

## 【0089】

表1中、○は、酸化珪素が蒸着されない蒸着不良領域がなく、配向膜異常に起因する液晶分子の配向乱れがないもの、×は、酸化珪素が蒸着されない蒸着不良領域があり、配向膜異常に起因する液晶分子の配向乱れがあったものを示す。

## 【0090】

表1の結果から第一の無機斜方蒸着膜を形成するときの蒸着角度（1回目の蒸着角度）を2.5度又は15度としたもの（5度から10度の範囲外としたもの）は、第二の無機斜方蒸着膜を形成するときの蒸着角度（2回目の蒸着角度）がいずれの角度であっても、液晶分子の配向方向が乱れており、配向状態が不良であることがわかる。第二の無機斜方蒸着膜を形成するときの蒸着角度（2回目の蒸着角度）を20度又は35度としたもの（25度から30度の範囲外としたもの）は、第一の無機斜方蒸着膜を形成するときの蒸着角度（1回目の蒸着角度）がいずれの角度であっても、液晶分子の配向方向が乱れており、配向状態が不良であることがわかる。

## 【0091】

これに対して第一の無機斜方蒸着膜を形成するときの蒸着角度（1回目の蒸着角度）を5度から10度の範囲とし、しかも、第二の無機斜方蒸着膜を形成するときの蒸着角度（2回目の蒸着角度）を25度から30度の範囲とした無機配向膜が備えられた液晶装置は、液晶分子の配向方向に乱れがなく、配向状態が良好であることがわかる。

## 【0092】

(実験例2)

第1の実施形態で示したTFT素子と画素電極等が形成され、表面に段差部を有するTFTアレイ基板の表面に一方向SAから酸化珪素(SiO)を斜方蒸着して第一の無機斜方蒸着膜を形成する際、膜厚が2.5nm～20nmになるように変更し、次に、上記斜方蒸着方向SAとは方位角方向 $\phi$ が異なる方向SBから酸化珪素(SiO)を斜方蒸着を行って第二の無機斜方蒸着膜を形成する際、膜厚が8nm～45nmになるように変更した。ここで斜方蒸着方向SAは、図2の走査線3aや容量線3bと直交する方向で、図2の平面図の下側からの方向とし、SiOの蒸着角度(蒸着方向と基板とのなす角度) $\theta_1$ は25度とした。また、斜方蒸着方向SBは、図2の走査線3aや容量線3bに沿った方向で、図2の平面図の右側からの方向とし、また、SiOの蒸着角度(蒸着方向と基板とのなす角度) $\theta_2$ を25度とした。ここで斜方蒸着方向SBと斜方蒸着方向SAとは、方位角方向 $\phi$ が90度異なる方向とした。

一方、第1の実施形態で示したブラックマトリックス(遮光膜)と対向電極等が形成された対向基板の表面に一方向SCから酸化珪素(SiO)を膜厚が10nmになるように斜方蒸着を行って無機斜方蒸着膜を形成した。ここで斜方蒸着方向SCの蒸着角度(蒸着方向と基板とのなす角度) $\theta_3$ は5度とした。

次に、上記の無機斜方蒸着膜を形成した一方の基板の液晶層側となる側の面にシール印刷により液晶注入口を残してシール部を形成し、TFTアレイ基板と対向基板を貼り合わせ液晶パネルを作製し、液晶注入口からフッ素系のポジ型の液晶をパネル内に注入し、注入口を封止材で塞ぐことにより、種々の液晶装置を作製した。

このように作製した種々の液晶装置の液晶分子の配向状態について調べた。その結果を表2に示す。

### 【0093】

「表2」

第一の無機斜方蒸着膜の膜厚(nm) 2.5 5 10 16 20

第一の無機斜方蒸着膜の膜厚(nm)

8	$\times$	L	L	L	L
10	S	O	O	O	L

4 0	S	○	○	○	L
4 5	S	S	S	S	S

## 【0094】

表2中、Lは液晶分子の平均プレティルト角が3度未満の低プレティルトの不良であるもの、Sは液晶分子の平均プレティルト角が20度を越えた高プレティルトの不良であるもの、○は、液晶分子の配向乱れがなく、平均プレティルト角が5~15度の範囲内の良好な配向状態であるもの、×は、液晶分子の配向乱れがあったものを示す。

## 【0095】

表2の結果から第一の無機斜方蒸着膜を形成するときの膜厚を2.5nm又は20nmとしたもの(5nmから16nmの範囲外としたもの)は、第二の無機斜方蒸着膜を形成するときの膜厚がいずれの膜厚であっても、液晶分子が低プレティルトあるいは高いプレティルトあるいは液晶分子の配向方向が乱れており、配向状態が不良であることがわかる。第二の無機斜方蒸着膜を形成するときの膜厚を8nm又は45nmとしたもの(10nmから40nmの範囲外としたもの)は、第一の無機斜方蒸着膜を形成するときの膜厚がいずれの膜厚であっても、液晶分子が低プレティルトあるいは高いプレティルトあるいは液晶分子の配向方向が乱れており、配向状態が不良であることがわかる。

## 【0096】

これに対して第一の無機斜方蒸着膜を形成するときの膜厚を5nmから16nmの範囲とし、しかも、第二の無機斜方蒸着膜を形成するときの膜厚を10nmから40nmの範囲とした無機配向膜が備えられた液晶装置は、液晶分子の配向乱れがなく、平均プレティルト角が5~10度の範囲内の良好な配向状態であることがわかる。

## 【0097】

## 【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明の液晶装置によれば、上記段差部を有する下地層上に形成された無機配向膜が、傾斜した無機材料の柱状構造物から形成された第一の無機斜方蒸着膜と、第一の無機斜方蒸着膜の柱状構造物の傾斜方向

とは無機材料の柱状構造物の傾斜方向が少なくとも方位角方向が異なる第二の無機斜方蒸着膜とから構成されており、しかも上記の第二の無機斜方蒸着膜は上記段差部の近傍領域に形成されているので、上記段差部の近傍領域に無機材料の蒸着ムラや蒸着されない蒸着不良領域が生じるのを低減でき、従って、画素ピッチが $2.0 \mu m$ 程度以下と微細であっても、表面に段差部を有する下地層上に形成した無機配向膜に異常がなく、配向膜異常に起因する液晶の配向不良を防止でき、コントラストの低下等の表示不良の発生を防止できる。このような効果は、画素ピッチが $1.5 \mu m$ 程度以下とさらに微細になっても同様に得られる。

そして、本液晶装置の採用により、表示品位の高い投射型表示装置を実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態の液晶装置の画像表示領域を構成するマトリクス状の複数の画素に設けられた各種素子、配線等の等価回路を示す図である。

【図2】 同、液晶装置のTFTアレイ基板の相隣接する複数の画素群を示す平面図である。

【図3】 図2のA-A' 線断面図である。

【図4】 図2のC-C' 線断面図である。

【図5】 実施形態の液晶装置の第一の斜方蒸着膜が形成された部分およびその近傍部分の斜方蒸着方向SAに沿った断面構造を模式的に示す図である。

【図6】 実施形態の液晶装置の段差部の近傍領域の第二の斜方蒸着膜が形成された部分及びその近傍部分の斜方蒸着方向SBに沿った断面構造を模式的に示す図である。

【図7】 同、液晶装置の製造プロセスを順を追って示す工程図である。

【図8】 同、工程図の続きである。

【図9】 同、工程図の続きである。

【図10】 同、工程図の続きである。

【図11】 同、工程図の続きである。

【図12】 同、工程図の続きである。

【図13】 各実施形態の液晶装置のTFTアレイ基板をその上に形成された各構成要素とともに対向基板の側から見た平面図である。

【図14】 図13のH-H'断面図である。

【図15】 液晶装置を用いた電子機器の一例である投射型表示装置の概略構成図である。

【図16】 酸化珪素の蒸着角度θと、段差の高さ△Zと、無機斜方蒸着膜が形成されない領域の幅△Lとの関係を調べるときの説明図である。

【図17】 酸化珪素の蒸着角度θと、段差の高さ△Zと、無機斜方蒸着膜が形成されない領域の幅△Lとの関係を示す図である。

【図18】 従来の液晶装置の一例を示す断面図である。

【図19】 無機斜方蒸着膜からなる配向膜を形成した従来の液晶装置用基板の段差部近傍を示す概略図である。

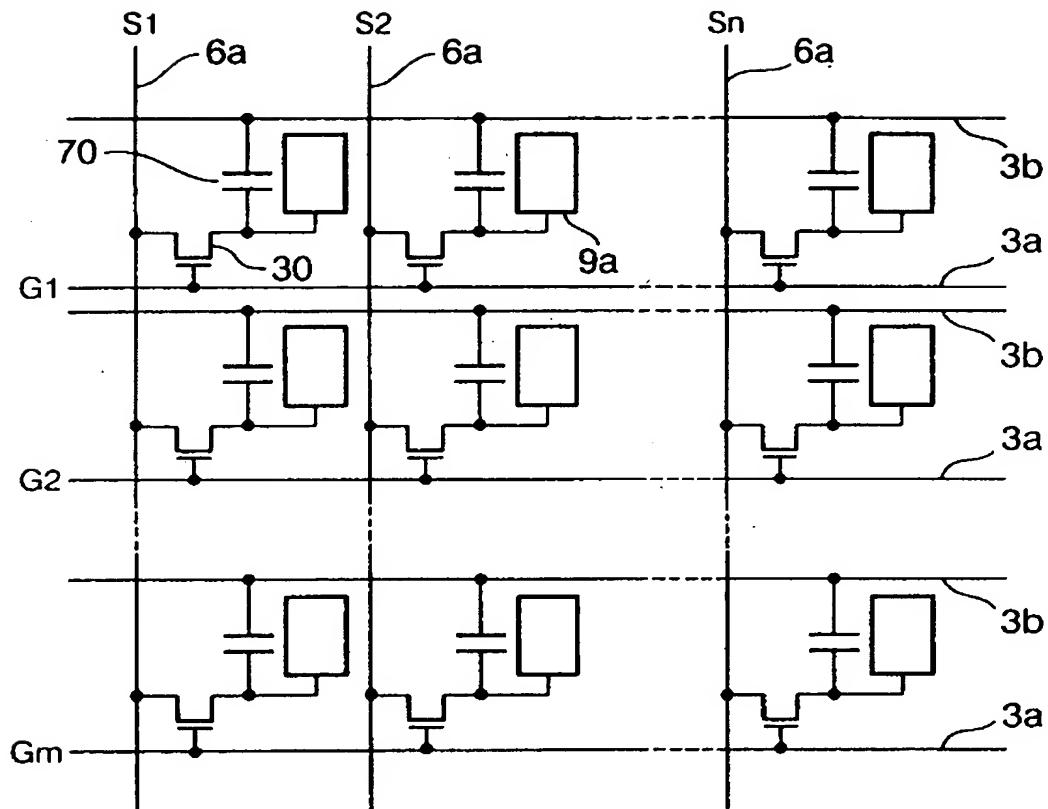
#### 【符号の説明】

- 3 a 走査線
- 6 a データ線
- 9 a 画素電極
- 10 TFTアレイ基板
- 20 対向基板
- 30 画素スイッチング用TFT
- 36, 42 無機配向膜
- 36 a 第一の無機斜方蒸着膜
- 36 b 第二の無機斜方蒸着膜
- 50 a 液晶分子
- 50 液晶層
- 80 段差部
- 80 a 段差部の近傍領域
- 80 b 段差部の近傍領域を除いた領域
- S A 斜方蒸着方向
- S B 斜方蒸着方向

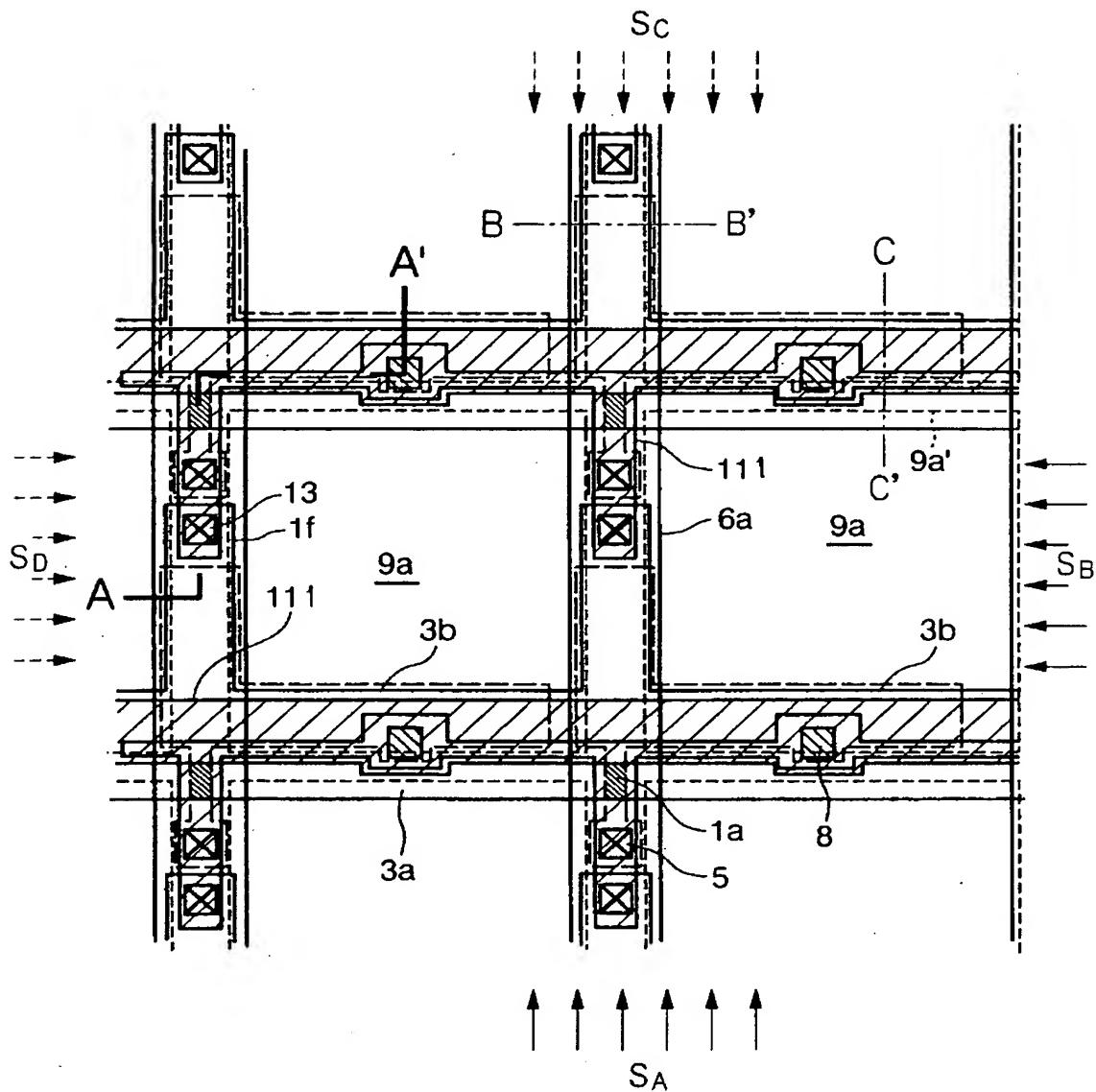
$\theta_1$  蒸着角度  
 $\theta_2$  蒸着角度  
 $\phi$  方位角方向  
 $\theta_p$  プレティルト角

【書類名】 図面

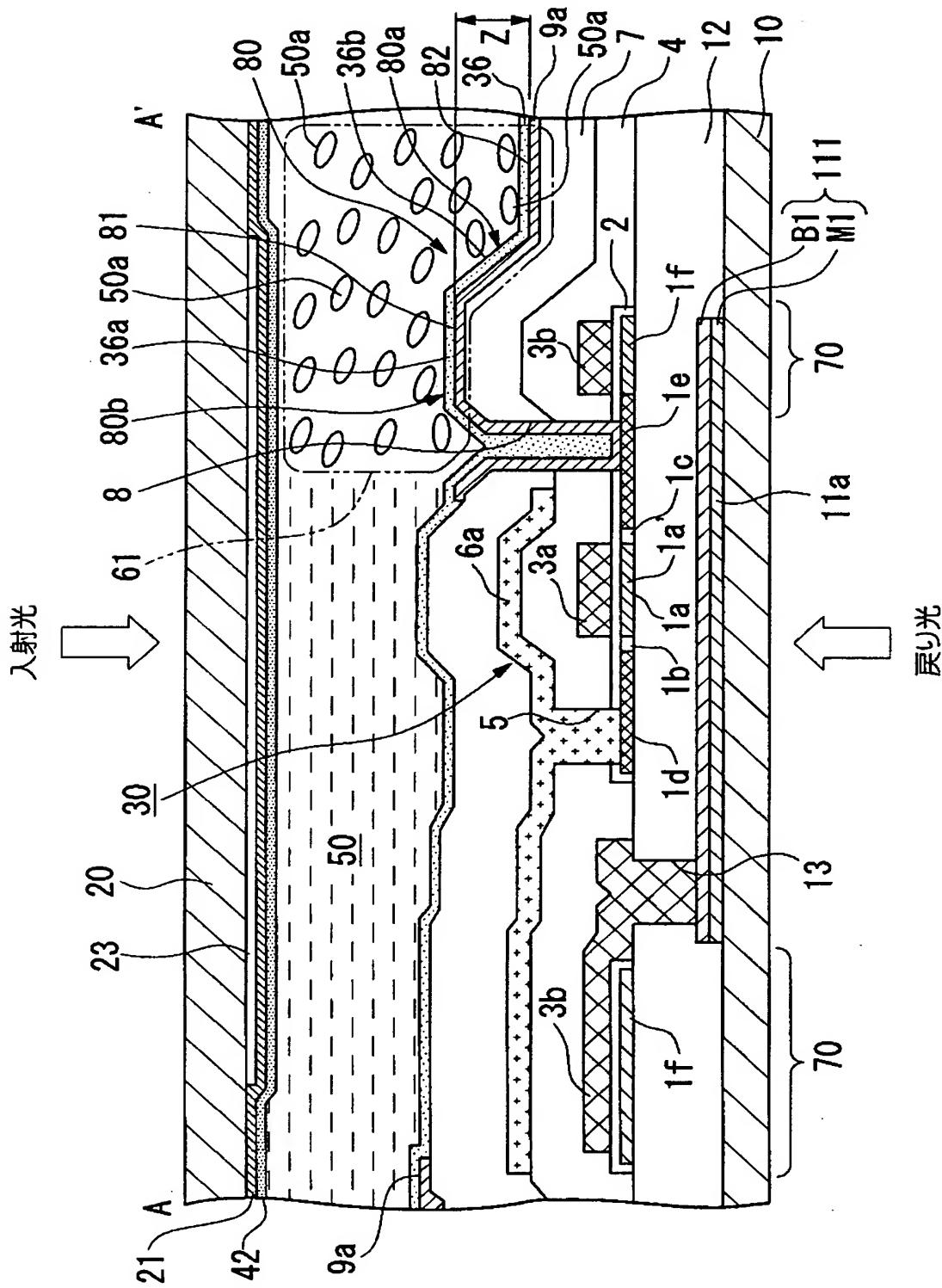
【図1】



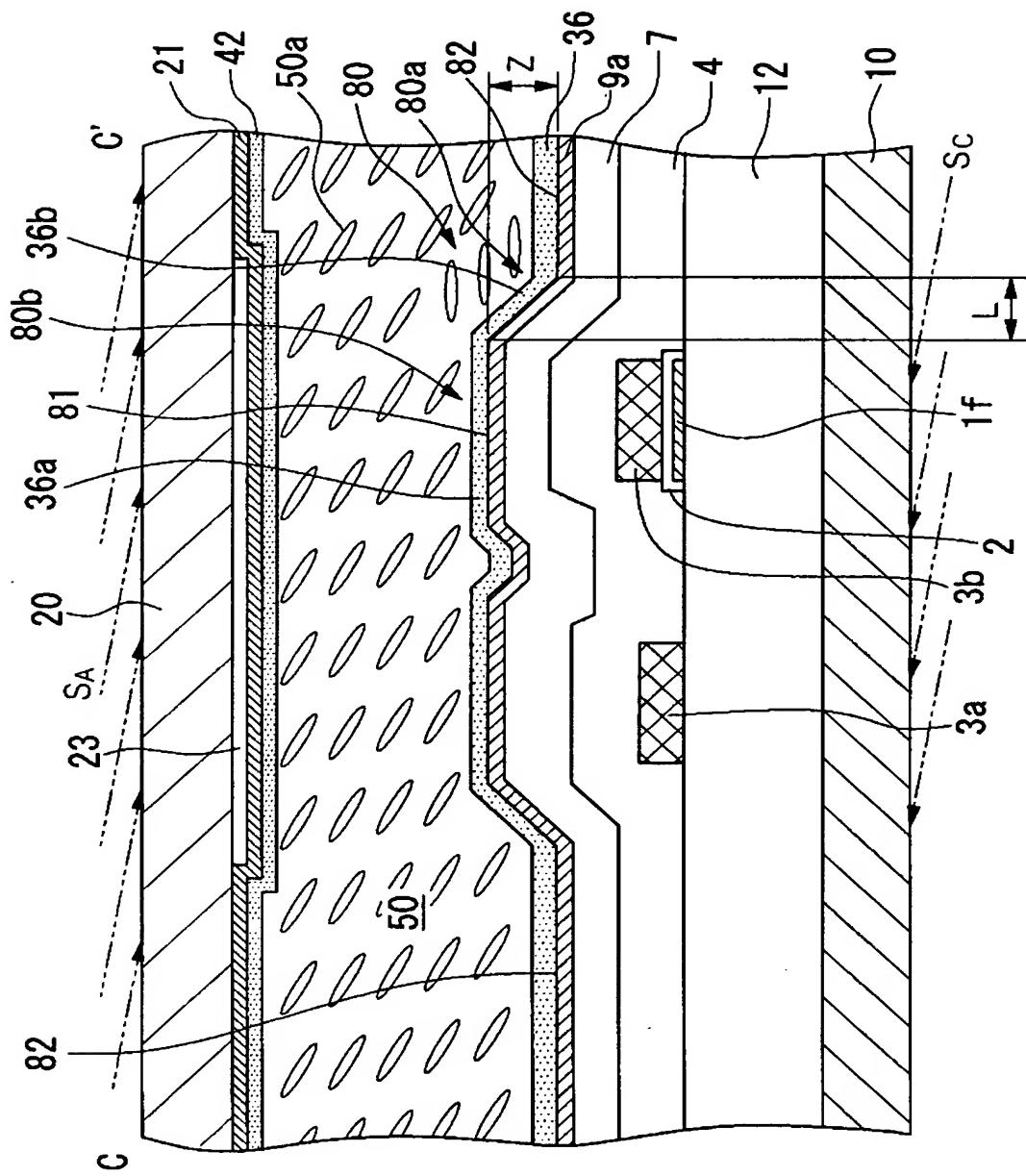
【図2】



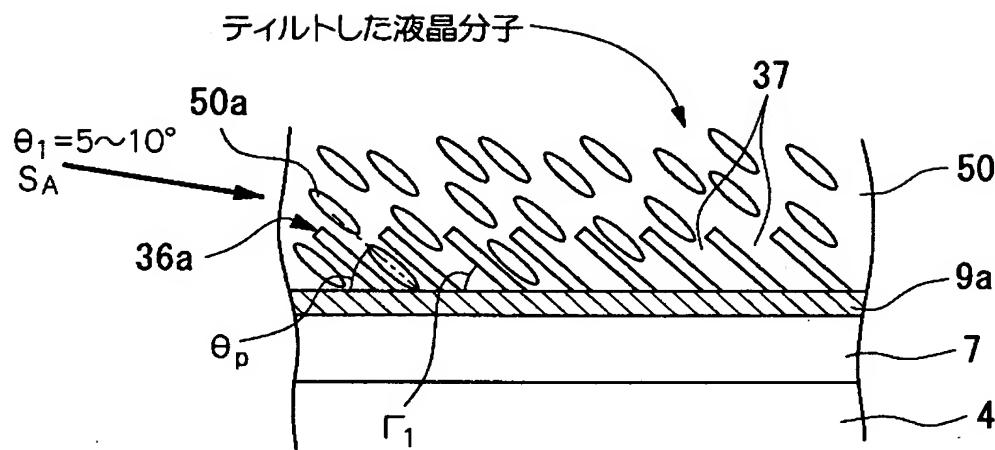
【図3】



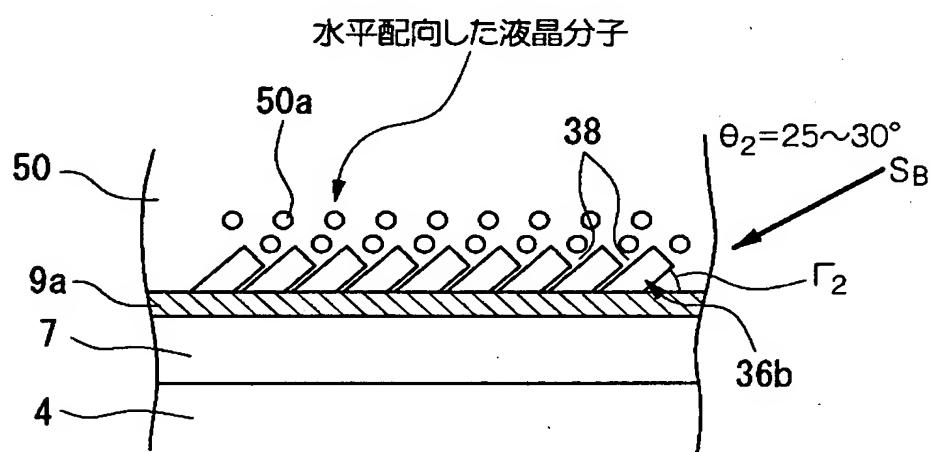
【図4】



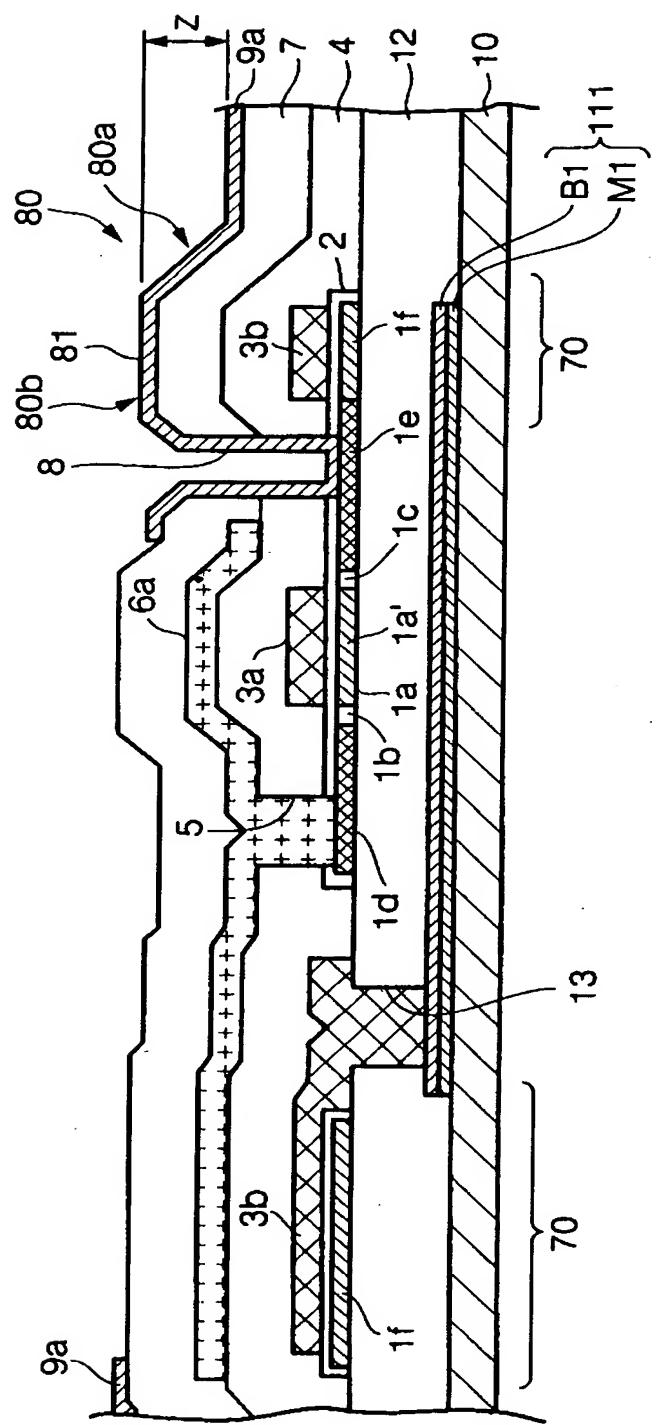
【図5】



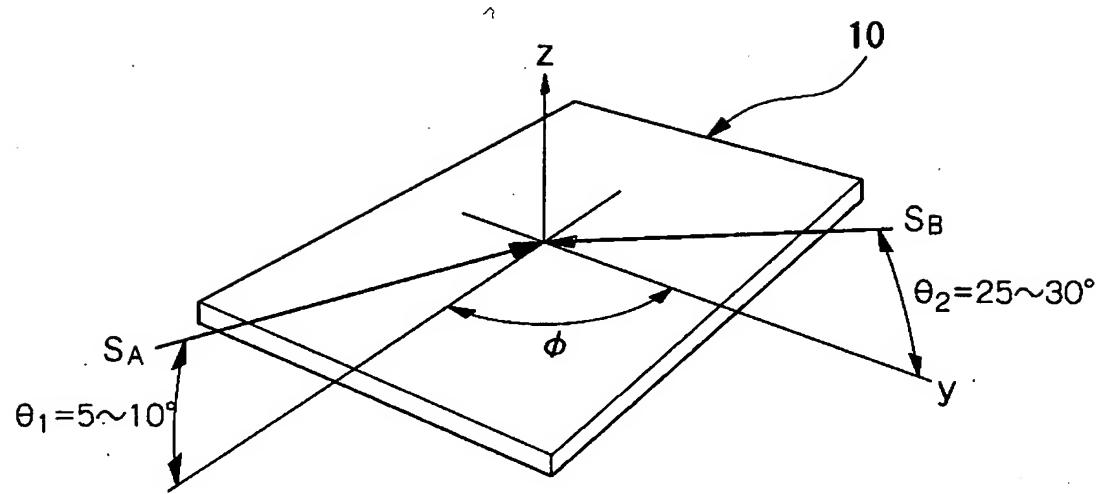
【図6】



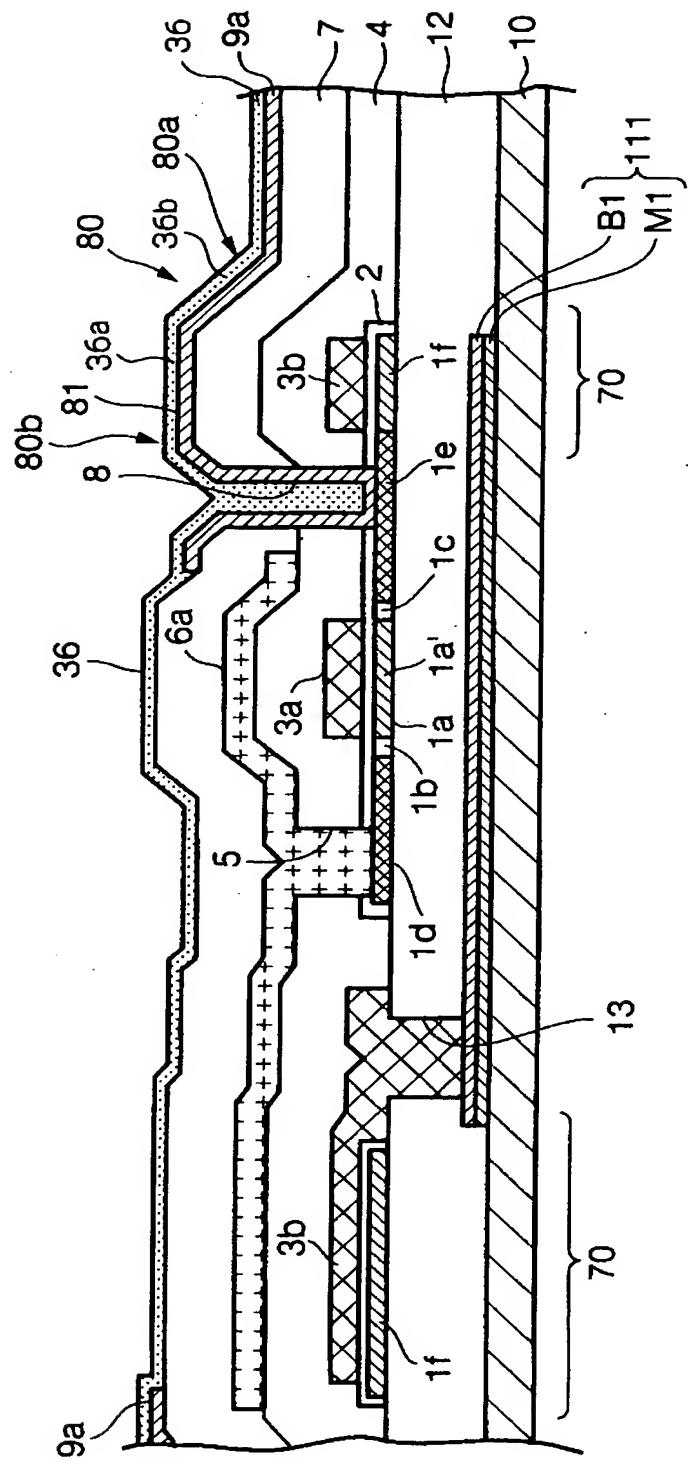
【図7】



【図8】

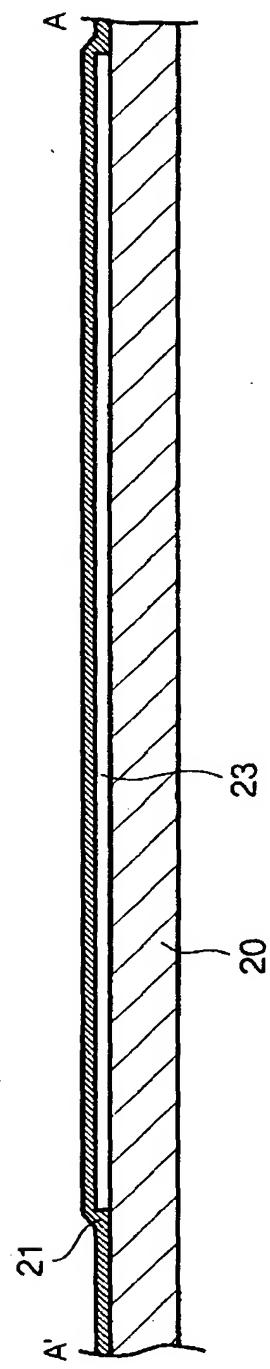


【図9】

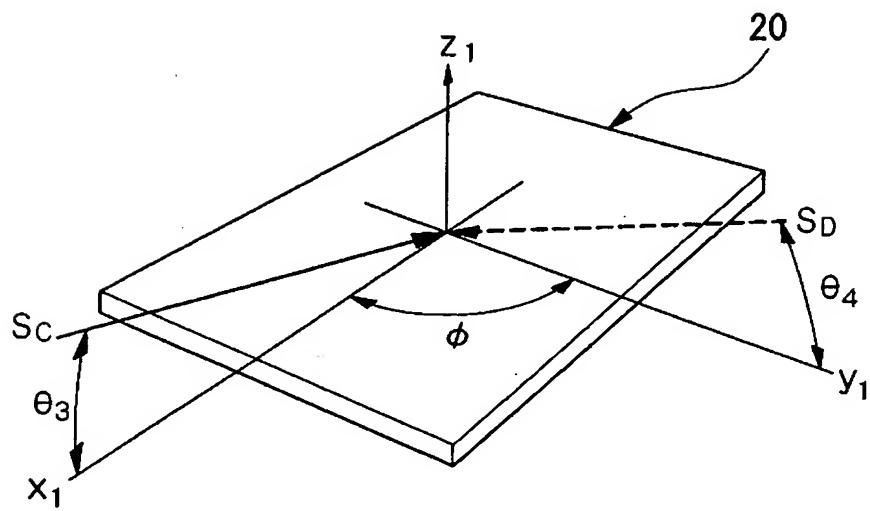


特2001-074355

【図10】

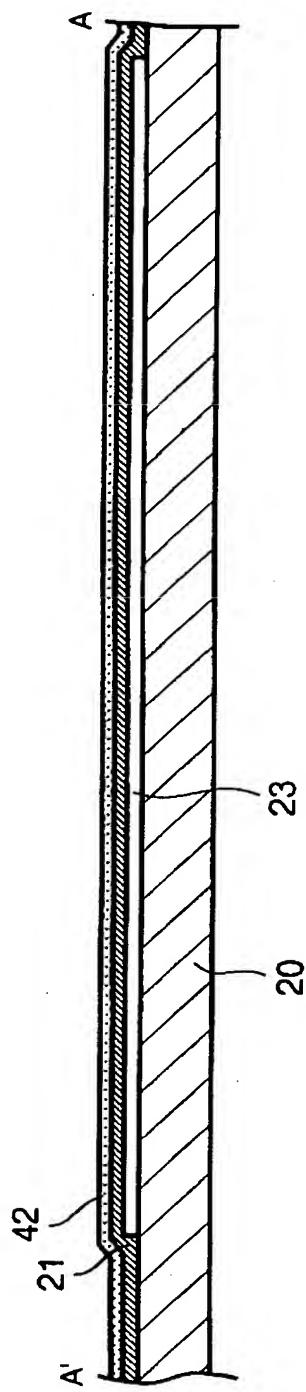


【図11】

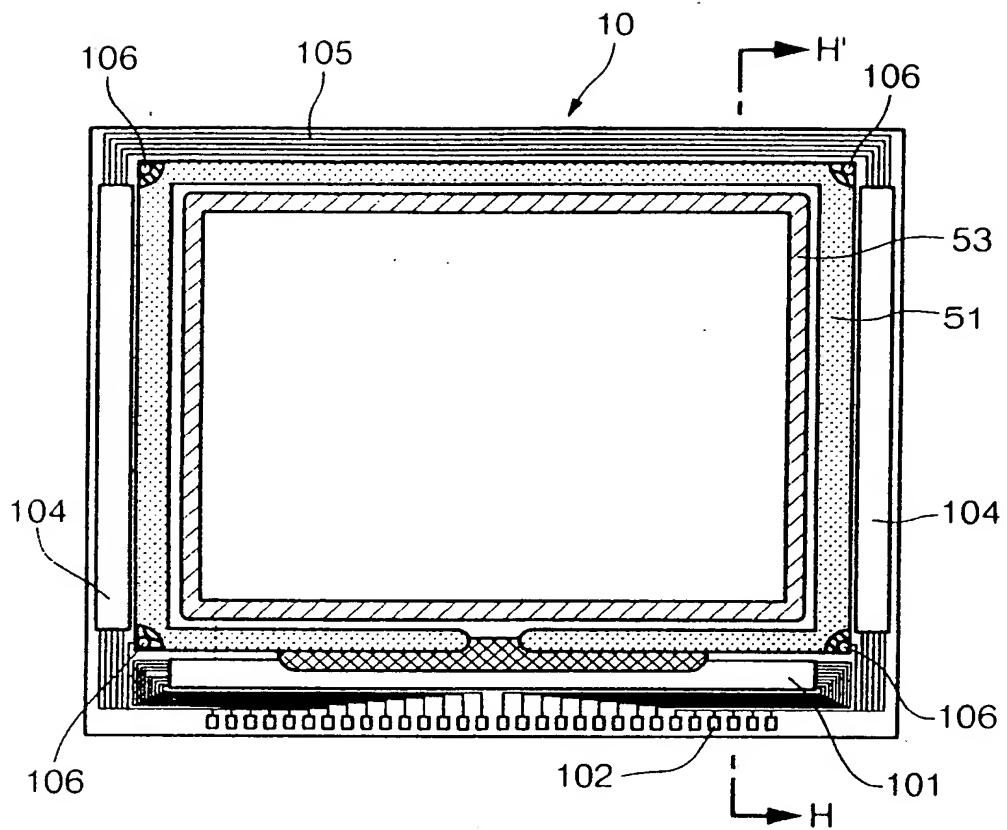


特2001-074355

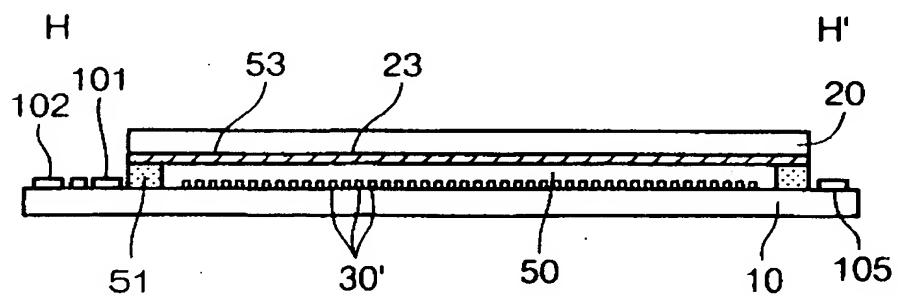
【図12】



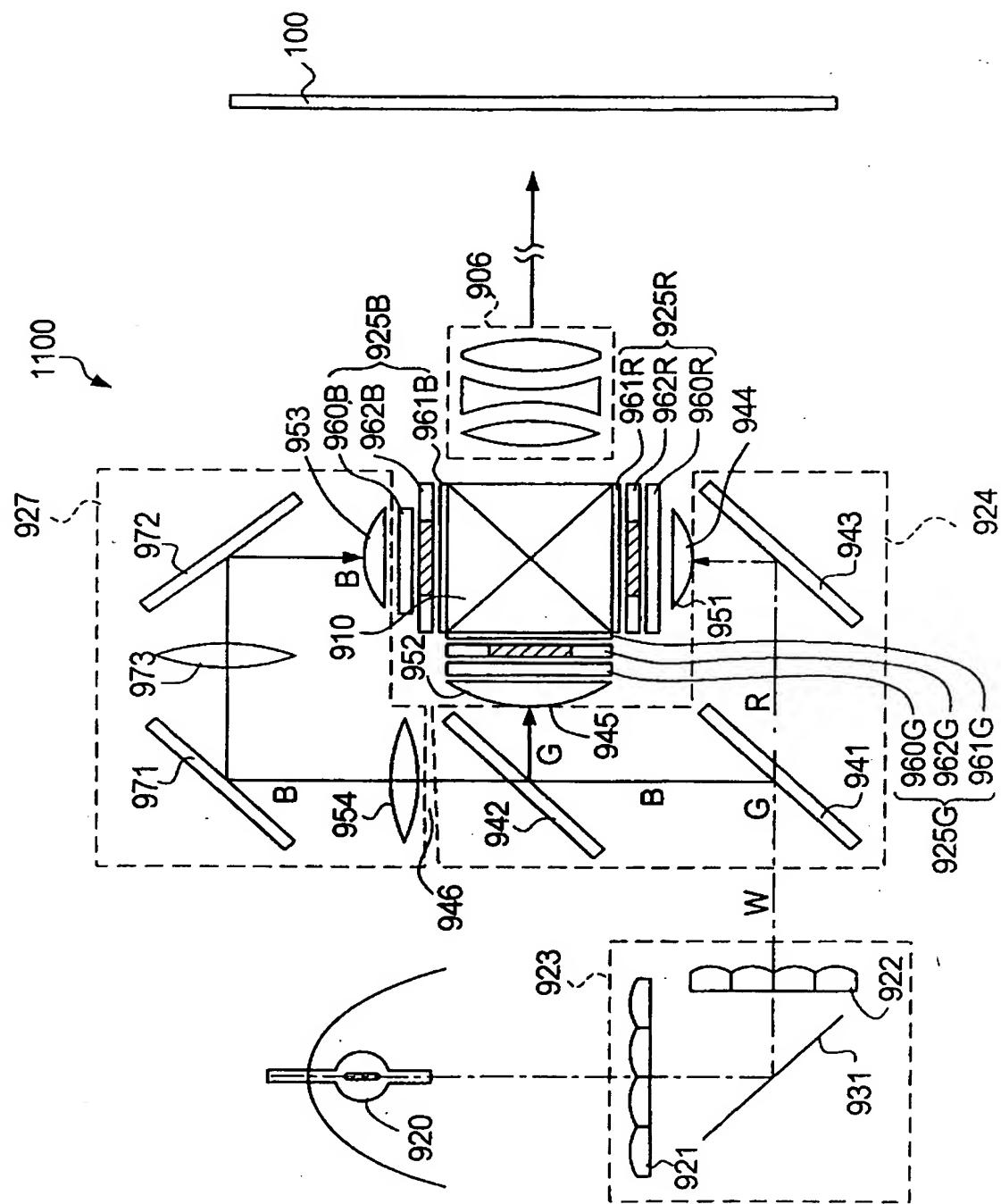
【図13】



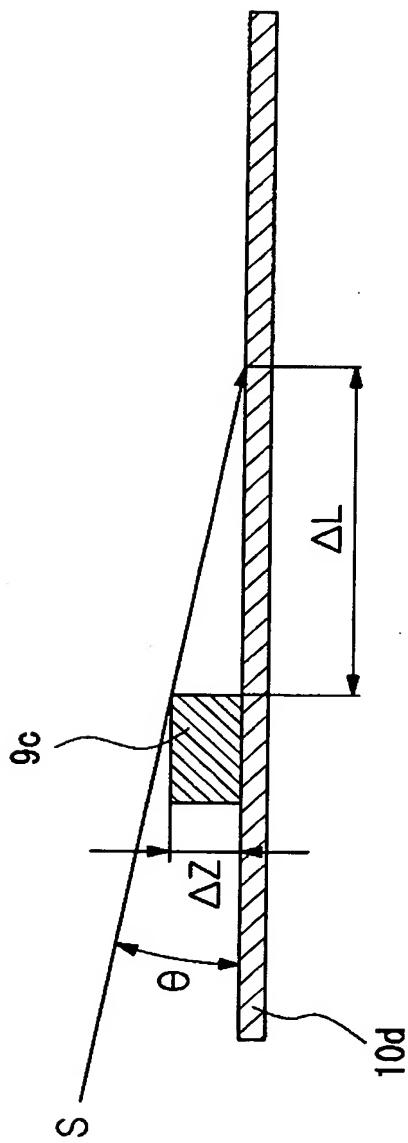
【図14】



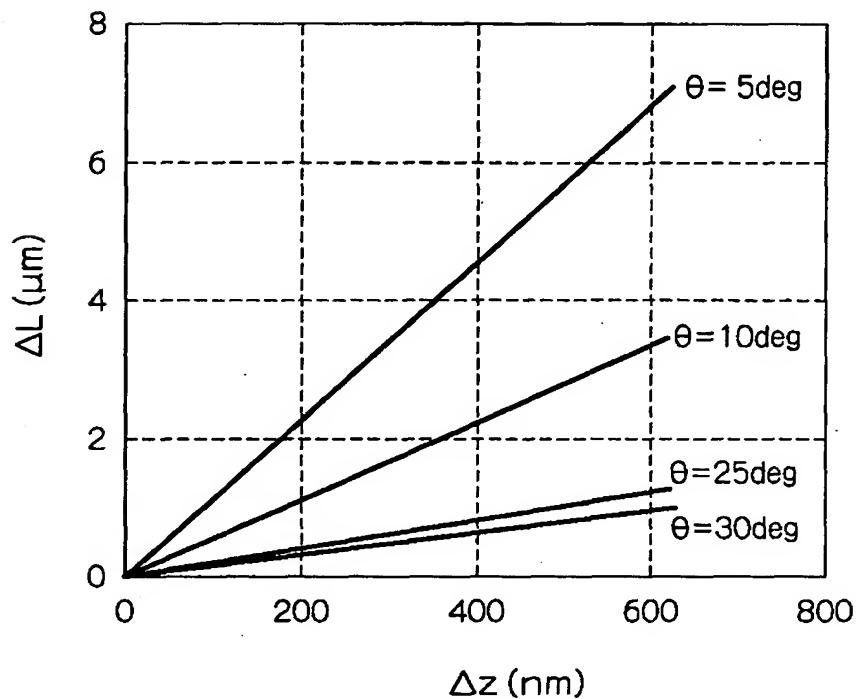
【図15】



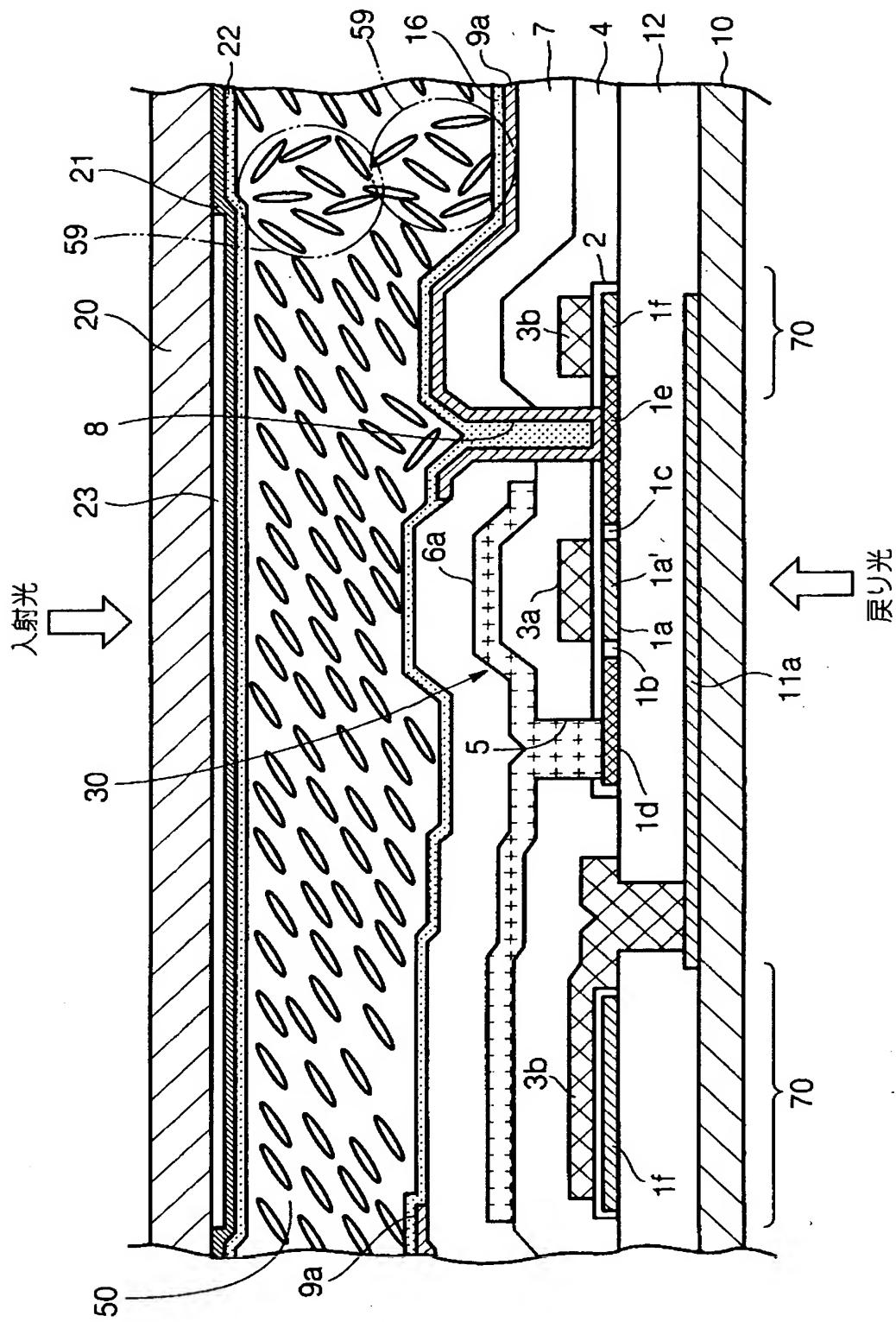
【図16】



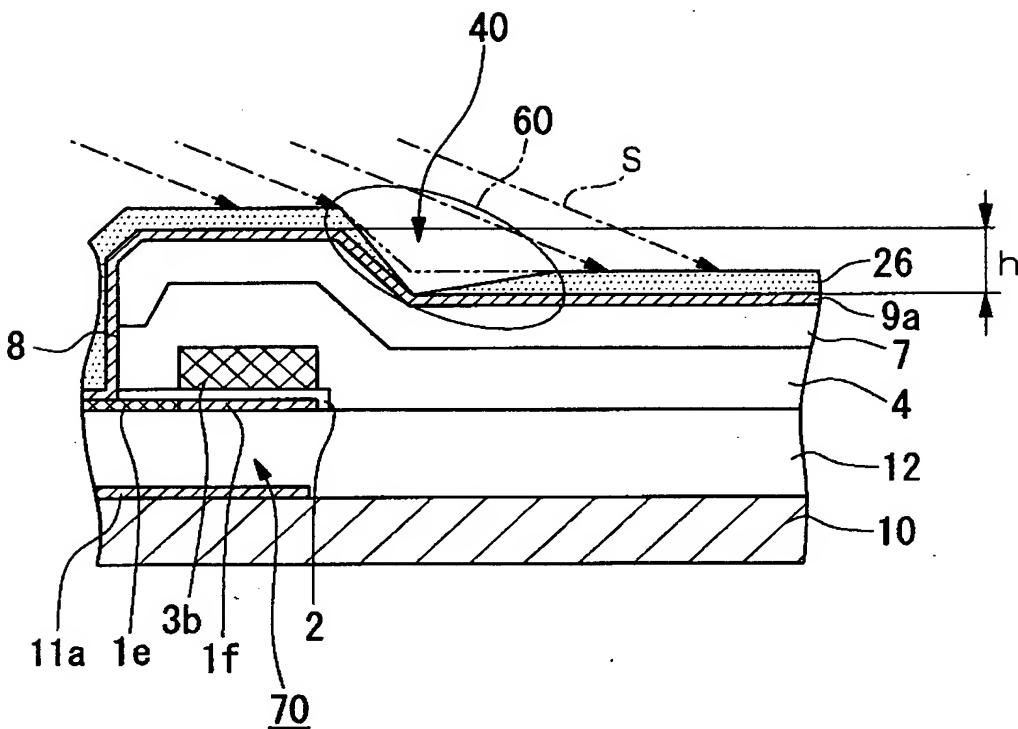
【図17】



【図18】



【図19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 画素ピッチが $20\mu m$ 以下であっても、配向膜の下地層の段差部の近傍に無機材料の蒸着不良領域が生じることがなく、蒸着不良領域の発生に起因する液晶の配向不良が起こることを防止し得る液晶装置の提供。

【解決手段】 互いに対向する一対の基板10、20に挟持された液晶層50側の表面に無機配向膜36、42がそれぞれ設けられ、無機配向膜36の下地層は表面に段差部80を有し、無機配向膜36は傾斜した無機材料の柱状構造物からなる第一の無機斜方蒸着膜36aと、段差部80の近傍領域80aと第一の無機斜方蒸着膜36a上に形成された傾斜した無機材料の柱状構造物からなる第二の無機斜方蒸着膜36bとからなり、第一の無機斜方蒸着膜36aを構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向と、第二の無機斜方蒸着膜36bを構成する無機材料の柱状構造物の傾斜方向とは少なくとも上記基板の面内方向に沿った方位角方向が異なる液晶装置。

【選択図】 図4

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-074355
受付番号	50100373537
書類名	特許願
担当官	田口 春良 1617
作成日	平成13年 3月26日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】	000002369
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
【氏名又は名称】	セイコーエプソン株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100089037
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	渡邊 隆
【代理人】	
【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武
【選任した代理人】	
【識別番号】	100110364
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	実広 信哉

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

氏 名 セイコーエプソン株式会社